Aus der Klinik für Pferdekrankheiten und
allgemeine Chirurgie
und der
Fachrichtung Pathologie im Institut für
morphologische und funktionelle Veterinär-
Pathologie
der Freien Universität Berlin

PRÜFUNG DER GEWEBEVERTRÄGLICHKEIT EINES RESORBIERBAREN SYNTHETISCHEN NAHTMATERIALS (DEXON^{R}) BEI PFERD UND HUND

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Grades
eines Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Kirsten Urdahl
Tierärztin aus Uetersen

Berlin 1974
Journal-Nr.: 844

Aus der Klinik für Pferdekrankheiten und
allgemeine Chirurgie
und der
Fachrichtung Pathologie im Institut für
morphologische und funktionelle Veterinär-
Pathologie
der Freien Universität Berlin

PRÜFUNG DER GEWEBEVERTRÄGLICHKEIT EINES RESORBIERBAREN SYNTHETISCHEN NAHTMATERIALS (DEXON^{R}) BEI PFERD UND HUND

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Grades
eines Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Kirsten Urdahl
Tierärztin aus Uetersen

Berlin 1974
Journal-Nr.: 344

Vorsitzender: Prof. Dr. H.-J. Sinell

Referent: Prof. Dr. H.-J. Wintzer

Korreferent: Prof. Dr. K. Dämmrich

Tag der mündlichen Prüfung: 26. 4. 1974

Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG 1

2. LITERATURÜBERSICHT 2
2.1. Wundheilungsvorgänge 2
2.2. Allgemeine Forderungen an chirurgisches Nahtmaterial 3
2.3. Resorbierbare Nahtmaterialien 4
2.4. Dexon^{R} 6
2.4.1. Chemische Zusammensetzung und Ausscheidung 6
2.4.2. Physikalische Eigenschaften 7
2.4.3. Biologische Eigenschaften 11

3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN 19
3.1. Material 19
3.1.1. Versuchstiere 19
3.1.2. Nahtmaterial 19
3.2. Methoden und Ergebnisse beim Hund 20
3.2.1. Versuche 20
3.2.2. Probeentnahme 21
3.2.3. Anfertigung histologischer Präparate und Färbungen 22
3.2.4. Klinischer Wundheilungsverlauf 28
3.2.5. Pathologisch-anatomische Befunde 28
3.2.6. Pathologisch-histologische Befunde . . . 30
3.3. Methoden und Ergebnisse beim Pferd 37
3.3.1. Versuche 37
3.3.2. Probeentnahme und Anfertigung histologischer Präparate 45
3.3.3. Klinischer Wundheilungsverlauf 45
3.3.4. Pathologisch-anatomische Befunde 46
3.3.5. Pathologisch-histologische Befunde . . . 48
3.4. Ergebnisse beim Hund und Pferd 54
3.4.1. Handhabung des Dexon^{R} im Vergleich zum Chromcatgut 54
3.4.2. Gewebereaktionen auf Dexon^{R} 55
3.4.3. Reaktionen auf Chromcatgut und ein Vergleich zum Dexon^{R} 59

4. DISKUSSION 65

5. ZUSAMMENFASSUNG 75

6. LITERATURVERZEICHNIS 77

1. EINLEITUNG

Lange Zeit hindurch wurden für die Verarbeitung zu chirurgischen Nahtmaterialien ausschließlich Naturprodukte wie Seide, Baumwolle, Haare, Pflanzenfasern, Metalldrähte und tierische Gewebe verwendet. Erst um 1930 fanden Kunststoffasern aus der Gruppe der Polyamide wie Nylon und Perlon, bald darauf Polyesterabkömmlinge und Polymerisationsprodukte wie Dacron und Polypropylen Eingang in das chirurgische Nahtmaterial.
Es stellte sich bald heraus, daß die Kunststoffäden den bis dahin gebräuchlichen Stoffen in vieler Hinsicht überlegen waren. Sie zeichneten sich nicht nur durch eine große Reißfestigkeit, Elastizität und geringere Quellungstendenz aus, sondern sie lösten auch nur minimale Reaktionen im Gewebe aus.
Alle genannten Kunststoffprodukte müssen jedoch aufgrund langandauernder oder gar nicht stattfindender Abbauprozesse im Organismus zur Gruppe der nichtresorbierbaren Nahtmitteln gezählt werden.
Es war daher naheliegend, auch auf dem Gebiet der resorbierbaren Materialien, nach einem Kunststoff zu suchen, der alle Vorteile der synthetischen Produkte in sich vereint und zusätzlich resorbierbar ist. Die Polyglykolsäure scheint diese Eigenschaften zu besitzen.
Aufgabe dieser Arbeit ist es, die Art der Gewebereaktion und des Fadenabbaues von Dexon^{R} als Vertreter der aus Polyglykolsäure hergestellten Nahtmittel bei Hunden und Pferden in verschiedenen Geweben zu untersuchen, wobei in einzelnen Fällen vergleichsweise auch die vom Chromcatgut ausgelösten Vorgänge in verschiedenen Geweben des Tierkörpers herangezogen werden.

2. LITERATURÜBERSICHT

2.1. Wundheilungsvorgänge

Bevor ich auf die Nahtmaterialien, ihre Gewebereaktionen und ihren Abbau eingehe, möchte ich kurz den Ablauf der normalen Wundheilung beschreiben, wie er sich nach verschiedenen Autoren darstellt.
Alle durchtrennten Gewebe verheilen durch gleichartige Gewebereaktionen. Erst nach Abschluß der eigentlichen Wundheilung finden je nach Morphologie und Funktion der einzelnen Gewebearten unterschiedliche Auf- und Umbauprozesse statt.
Die Wundheilungsvorgänge werden in drei Abschnitte unterteilt (ZOLLINGER 1969):

I. Exsudative Phase
Durch die Schädigung des Gewebes, abhängig von der Operationstechnik, der Fadenstruktur, den verwendeten Nadeln, der Knotenknüpftechnik und anderen Faktoren, werden Gefäße und Gewebespalten eröffnet, aus denen Blutbestandteile und Lymphe in das Wundgebiet einfließen. Gleichzeitig kommt es zu lokalen Kreislaufstörungen und zur Steigerung der Kapillarwandpermeabilität. Dieser Vorgang wird als Exsudation bezeichnet.
Im histologischen Bild zeigt sich eine ödematöse Durchtränkung des Wundgebietes und bereits nach 24 Stunden, als Reaktion auf chemotaktisch wirkende Gewebeabbauprodukte, eine deutliche Leukozyteninfiltration.

II. Proliferative Phase
Die Proliferationsphase beginnt nach 3-5 Tagen mit dem Auftreten verschiedener Zellarten im Wundgebiet.
Als eine der ersten Zellen erscheinen Histiozyten und Makrophagen, die zur Phagozytose und zur fermentativen Auflösung der Zerfallsprodukte und ganzer Zellen wie z.B. der Erythrozyten befähigt sind.
Frühzeitig nach der Wundsetzung erfolgt die Bildung und Einsprossung von Kapillaren, die sich zunächst als sogenannte Angioblasten in Form solider Zellstränge bzw. Zellknospen in das traumatisierte und ödematisierte Gewebe hineinschieben.

Daneben finden sich Fibroblastenansammlungen, Lymphozyten, gelapptkernige Granulozyten und vereinzelt Mast- und Plasmazellen.
Die Summe der Zellanhäufungen wird als jugendliches Keim- oder als Granulationsgewebe bezeichnet. Seine Aufgabe besteht in der Reparation und Regeneration der Gewebsdefekte.

III. Narbenbildung und Reifungsphase
Gegen Ende des 6. Tages beginnt eine massive Faserbildung, die sogenannte Fibrillogenese, die ihren Höhepunkt 14 Tage nach der Wundsetzung erreicht und die Reißfestigkeit der Wunde wiederherstellt.
Der Beginn der Faserbildung wird durch eine Phase verstärkter Eiweißbildung in den Fibroblasten angedeutet, sie wird begleitet von der Anordnung der Fibroblasten zu Zellzügen, die bereits dem späteren Faserverlauf entsprechen.
Nebenher erfolgt die Ausreifung der anderen Zellarten. Die endgültige Festigkeit der Wunde und der Zusammenhalt der Wundränder wird normalerweise nach durchschnittlich 14 Tagen wiederhergestellt und das Gewebe gegen mechanische Kräfte widerstandsfähig.

2.2. Allgemeingültige Forderungen an chirurgisches Nahtmaterial

Das in der Chirurgie verwendete Nahtmaterial wird aufgrund seines Verhaltens im Gewebe in nichtresorbierbares und resorbierbares Nahtmittel unterteilt.
Jedes ins Gewebe implantierte Nahtmaterial ruft Fremdkörperreaktionen hervor, die je nach Art und Beschaffenheit des Materials unterschiedlich stark ausfallen (MADSEN 1953).
Am stärksten sind die entzündlichen Veränderungen bei den resorbierbaren Nahtmitteln, da jede Resorption bereits als besondere Art einer Entzündung anzusehen ist. Die nichtresorbierbaren Fäden werden dagegen, wie jeder andere Fremdkörper auch, vom Gewebe durch eine bindegewebige Hülle abgekapselt (NOCKEMANN 1968).
Um eine optimale Gewebetoleranz und eine gute Haltekraft der Wundränder zu gewährleisten, muß ein Nahtmaterial bestimmte

Bedingungen erfüllen, die in folgenden Forderungen zum Ausdruck kommen (SCHIRMER 1952, ROUDOLF 1959, ANSCOMBE, HIRA und HUNT 1970, TOMPKINS und LEA 1972) :

1. geringe Gewebereaktion
2. Sterilität
3. große Zug- und Knüpffestigkeit
4. geringe Quellungstendenz
5. glatte Oberfläche
6. konstante Gleichmäßigkeit des Fadendurchmessers
7. Elastizität
8. einwandfreie Handhabung
9. gute Aufbewahrungsmöglichkeit
10. Verwendungsmöglichkeit für verschiedene chirurgische Eingriffe und für die wichtigsten Gewebearten
11. rationelle Kosten

Für das resorbierbare Nahtmaterial gelten zusätzlich folgende Postulate:

12. Verlust der Fadenfestigkeit und Resorption nicht vor Abschluß der Wundheilung, d.h. der Fadenabbau sollte umgekehrt proportional zur Wundheilung verlaufen.
13. keine toxischen, karzinogenen oder antigenen Wirkungen der Fadenabbauprodukte
14. keine Änderung der Resorptionsrate bei Infektionen und Anwesenheit von Gewebeflüssigkeit wie Serum, Blut oder Urin.

2.3. Resorbierbare Nahtmaterialien

Verfolgt man in der Geschichte der Chirurgie die Entwicklung der resorbierbaren Nahtmittel, so findet man hauptsächlich drei Materialien, das tierische Sehnengewebe, Leder und das heutige Catgut.
Bereits 500 v.Chr. beschrieb der Inder Sukruta (Susruta) Bogensehnen als Nahtmittel und deutet damit den Gebrauch der ersten resorbierbaren Produkte an (KÖHLER 1901, NOCKEMANN 1968). In der abendländischen Literatur erwähnte Galen im

2. Jahrhundert n.Chr. erstmalig die Verwendung von dünnen Darmsaiten für Gefäßligaturen. Dann wurde dieses Material lange Zeit hindurch abgelehnt, weil man ihm im großen Umfang Wundheilungsstörungen zuschrieb. Erst mit Einführung der Antiseptik gelang dem heutigen Catgut durch Lister in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts der Durchbruch in der Chirurgie. Spätere Entwicklungen, die sich auf Rindersehnengewebe und auf gesponnenes Muskelmaterial konzentrierten und unter den Namen Carnofil, Brocafil und Collafil bekannt wurden, besaßen nur eine vorübergehende Bedeutung, weil diese Stoffe zu schnell im Organismus abgebaut wurden (FRAZZA 1970). Dadurch war das Catgut lange Zeit das wichtigste, resorbierbare Nahtmaterial. Es wird auch heute noch in großem Umfang in der Chirurgie angewendet.

Über das Catgut existiert eine Vielzahl an Veröffentlichungen. Im Rahmen meiner Arbeit gehe ich nur auf einzelne Probleme ein und verweise im übrigen auf den Artikel von ROUDOLF (1959), in dem alle bis dahin veröffentlichten Literaturstellen aufgeführt und in kurzer Zusammenfassung wiedergegeben werden. Da das Catgut aus tierischem Gewebe hergestellt wird, in der Regel handelt es sich um reine Submukosa des Schafdarmes oder um die Serosa des Rinderdarmes, muß im Endprodukt mit einer unterschiedlichen Qualität und Inhomogenität gerechnet werden. So zeigt die Submukosa oder Serosa im histologischen Aufbau verschiedene Quervernetzungen der Kollagenfasern und Unterbrechungen durch Fettgewebs- und Nervenzelleinlagerungen. Zusätzlich besitzt der Faden sogenannte "schwache Stellen", die dadurch zustande kommen, daß der Catgutfaden nicht als kontinuierlicher Strang verläuft, sondern zwischen den einzelnen Darmabschnitten geklebt oder geknotet werden muß und gerade an diesen Stellen sehr leicht einreißen kann.

Ein weiterer Nachteil ist die bakterielle Kontamination des Rohmaterials. Sie stellte früher ein sehr bedeutendes Problem dar. Insbesondere wurden immer wieder bakterielle Sporenformen aus der Anaerobiergruppe ermittelt. Noch 1950/51 traten in Helsinki 13 Fälle von postoperativem Tetanus auf (SAVOLAINEN 1951).

Eine besondere Komplikationsform muß in der Catgutallergie gesehen werden. Sie trat lokal an der Nahtstelle als gestei-

gerte entzündliche Reaktion nach Art des Arthusphänomens oder als allergische Allgemeinreaktion in Form von anaphylaktischen Reaktionen auf (MARCHESANI 1932, KRAISSLE u. Mitarb. 1938, SEIFERT 1953, APT et al. 1960).
Selbst unter der Voraussetzung, daß einige dieser Probleme durch effektivere Sterilisationsmethoden und sorgfältigere Herstellungstechnik vermieden werden können, bleibt die Forderung nach einem dem Catgut überlegenen Nahtmittel bestehen.

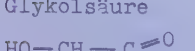
2.4. Dexon^R

Vor einigen Jahren wurden umfangreiche Untersuchungen über verschiedene Kunststoffmaterialien und ihre Resorbierbarkeit in den Laboratorien der American Cyanamid Company ausgeführt. Dabei implantierte man Kaninchen eine Auswahl unterschiedlicher, für den Abbau im Gewebe in Frage kommende Polymerisationsprodukte in die Bauchwand. Die Ergebnisse zeigten, daß ein bis dahin in keiner Form nutzbar gemachtes Produkt, die Polyglykolsäure, resorptionsfähig war (FRAZZA 1970).
Aus diesem Material wurde dann ein chirurgisches Nahtmittel entwickelt, das unter dem Namen Dexon^R in den Handel gebracht wird. Dexon^R ist ein geflochtener, ungefärbter, elfenbeinfarbener Polyglykolsäurefaden.

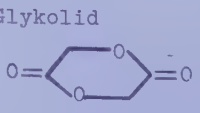
2.4.1. Chemische Zusammensetzung und Ausscheidung

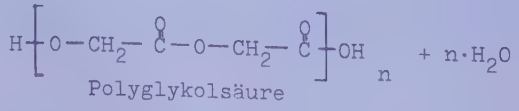
Chemisch ist die Polyglykolsäure ein Polymer der Glykolsäure (Hydroxybuttersäure). Sie wird bei Hitze und in Gegenwart eines Katalysators unter Abspaltung von Wassermolekülen über den zyklischen Di-Ester Glykolid zur linearen, hochmolekularen Polyglykolsäure polymerisiert (FRAZZA u. SCHMITT 1971).

Glykolsäure



Glykolid





Polyglykolsäure

Zur Herstellung der Fäden wird die Polyglykolsäure unmittelbar nach der Polymerisation durch Extrusion in heißem und geschmolzenem Zustand zu dünnen, kontinuierlichen Filamenten gestreckt und anschließend durch Flechten zu Multifilamenten unterschiedlicher Stärke verarbeitet.

Der Abbau, die Verteilung im Gewebe und die Ausscheidung der Polyglykolsäure wurden mit markierten C^{14}-Atomen verfolgt. Man fand die markierten Kohlenstoffatome später im Urin und in der Ausatmungsluft wieder und stellte fest, daß die vollständige Resorption des Fadens nach 9 Monaten abgeschlossen ist (ANSCOMBE, HIRA u. HUNT 1970, BERGMAN, BORGSTRÖM u. HOLMLUND 1971, FRAZZA u. SCHMITT 1971). Andere Untersuchungen ergaben im Plasma, Urin und Faeces nach 1 Monat eine Spitzenradioaktivität und nach 6 Monaten ein völliges Verschwinden der markierten Kohlenstoffatome am Ort der Implantation (B. BRAUN).
Der gleiche Versuch mit Glykolsäure zeigte entsprechende Ergebnisse. Es wird daher angenommen, daß die Polyglykolsäure (PGS) durch hydrolytische Spaltung in die Glykolsäure (GS) überführt und wie andere ähnliche Substanzen im Stoffwechsel zu CO_2, H_2O und Energie verarbeitet wird (MORGAN 1969, McCARTHY 1970, DARDIK et al. 1971).

Folgendes Schema gibt diesen Vorgang wieder:

$$\text{PGS} \xrightarrow{\text{Hydrolyse}} \text{GS} \xrightarrow{\text{Hydrolyse}} H_2O + CO_2 + \text{Energie}$$

Im Gegensatz zum enzymatischen Abbau des Catguts, erfolgt der Abbau des Dexon^R auf hydrolytischem Wege, diese Tatsache wird für die geringe Gewebereaktion verantwortlich gemacht. Wie jedoch die Hydrolyse im einzelnen erfolgt, konnte bisher nicht gelöst werden.

2.4.2. Physikalische Eigenschaften

Jedes Nahtmaterial besitzt charakteristische Eigenschaften, die in physikalische und biologische unterteilt werden können.

Zu den physikalischen Eigenschaften zählen die Fadenfestigkeit, die auch als Reißkraft des Fadens bezeichnet wird, und die Knotenfestigkeit. Beide hängen in hohem Maße von der Fadenstärke ab. Weitere physikalische Charakteristika sind der Fadenaufbau und damit die Oberflächenbeschaffenheit, die Elastizität, die Quellbarkeit, die Gleitfähigkeit durch das Gewebe und die Handhabung beim Operieren (NOCKEMANN 1968).

Dexon^{R} kommt in der neuen europäischen Sortierung in den Fadenstärken von EP I 1,5 - 5 in den Handel. Diese neue Fadenstärkeneinteilung soll die bestehenden Unterschiede bei der Sortierung der einzelnen Nahtmittel beseitigen. Es ist eine Dezimalsortierung, die den Durchmesser des Nahtmaterials in 0,1 mm angibt.
In folgender Tabelle wird die neue europäische Sortierung EP I der bisherigen, konventionellen Sortierung gegenübergestellt:

Durchmesser in mm	EP I	Konventionelle Sortierung
0,15 - 0,19	1,5	4/0
0,20 - 0,24	2	3/0
0,25 - 0,29	2,5	3/0 - 2/0
0,30 - 0,34	3	2/0
0,35 - 0,39	3,5	0
0,40 - 0,49	4	1
0,50 - 0,59	5	2

Aufgrund der Herstellungsart wird beim Dexon^{R} ein gleichmäßiger und konstanter Fadendurchmesser und eine gleichbleibende Qualität gewährleistet. Schwache Stellen, wie sie beim Catgut auftreten, finden sich bei diesem Material nicht.
Verschiedene Autoren ermittelten die Reißfestigkeit und die Knotenfestigkeit des nicht implantierten Dexonfadens. Beide Werte entsprechen denen nichtresorbierbarer Nahtmittel, sie liegen deutlich über denen des Catguts.
In folgender Tabelle werden die Fadendurchmesser mit den unterschiedlichen Fadenfestigkeiten und Knotenfestigkeiten, bezogen auf Nahtmaterialien der Stärke 3/0 bzw. EP I 2 nach McCARTHY aufgeführt:

Nahtmaterial	Durchmesser in mm	Fadenfestigkeit kg F/mm^2	Knotenfestigkeit kg F/mm^2
Catgut	0,318	54,600	30,900
Dexon^R	0,254	77,800	49,700
Seide	0,264	62,400	40,000
Dacron	0,246	115,000	50,000
Baumwolle	0,261	48,000	32,400

Implantiert man den Dexonfaden in verschiedene Tierarten und vergleicht ihre Reißfestigkeit nach unterschiedlichen Zeiten der Einlagerung, so differieren die ermittelten Werte z.T. beträchtlich.
Einige Autoren beschreiben eine deutlich größere Reißfestigkeit des Dexonfadens gegenüber dem des Catguts während der kritischen Phase der Wundheilung in den ersten 11-15 Tagen p.o. (KATZ u. TURNER 1970, LIU u. HENNESSY 1970). Bei anderen Untersuchungen lag die Reißfestigkeit des Dexon^R im nichtinfizierten und im infizierten Gewebe im Bereich des Catguts (HERRMANN, KELLY u. HIGGINS 1970, EILERT 1971, BERGMAN, BORGSTRÖM u. HOLMLUND 1971). Es wurden sogar schnellere Verluste der Dexonreißfestigkeit gegenüber der des Catguts ermittelt. Bei diesen Versuchen fand man 7 Tage nach der Implantation ins Gewebe nur noch 75 % und nach 14 Tagen nur noch 20 % der ursprünglichen Festigkeit der Dexonfäden. Chromcatgut dagegen zeigte nach 7 Tagen 75 %, nach 28 Tagen noch 40 % und erst nach 2 Monaten nur noch 20 % des Ausgangswertes (POSTLETHWAIT 1970). In diesem Falle bedeutet der schnelle Verlust der Dexonfadenfestigkeit einen Nachteil, da bei einer verzögerten Wundheilung mit Komplikationen in Form von Nahtdehiszenzen und Wundrupturen gerechnet werden muß.
Neben der Reißfestigkeit ist die Knotenfestigkeit ein entscheidendes Kriterium für die Beurteilung eines Nahtmaterials. Sie wird im wesentlichen durch drei Komponenten bestimmt: durch die Oberflächenbeschaffenheit, die Elastizität und durch die Quellbarkeit des Fadenmaterials. Die Oberflächenbeschaffenheit hängt vom Fadenaufbau ab und erweist sich bei dem geflochtenen, multifilen Dexonfaden als griffig und geschmeidig (ECHEVERRIA und JIMENEZ 1970, LIU und HENNESSY 1970, WALLACE, MAXWELL und CAVALARIS 1970). Eine gute Haltbarkeit und ein

sicherer Sitz der Knoten ist aufgrund der Fadenreibung gewährleistet.
Allerdings erfordert der Dexonfaden eine neue Knüpftechnik. Der erste Knoten muß sehr sorgfältig gelegt werden, da eine spätere Berichtigung der Lage durch den zweiten Knoten, wie es bei der Verwendung des Catguts der Fall ist, nicht mehr möglich ist. (MORGAN 1969, ANSCOMBE, HIRA und HUNT 1970, McCARTHY 1970, LIU und HENNESSY 1970, v. BARY, MARX und SCHAUDIG 1972). Viele Autoren begrüßen diese Eigenschaft des Dexonfadens, allerdings können beim Knotenlegen in tieferen Gewebeschichten Schwierigkeiten auftreten, da in diesen Fällen der Faden nicht immer sofort an die richtige Stelle plaziert werden kann (McCARTHY 1970). In den meisten Fällen werden chirurgische Knoten oder einfache doppelte Knoten für ausreichend angesehen. Gegenüber dem Catgut liegt hierin ein Vorteil, weil bei diesem Material erst nach 3-4 Knoten eine ausreichende Sicherheit besteht, dadurch aber erheblich mehr Nahtmaterial in der Wunde belassen werden muß (v. BARY, MARX und SCHAUDIG 1972).
Die Oberflächenbeschaffenheit ist nicht nur wichtig für die Knotenfestigkeit, sondern auch für die Gleitfähigkeit des Nahtmaterials beim Durchziehen durch Gewebeschichten. Dem Dexon^{R} wird von vielen Autoren eine gute Gleitfähigkeit zuerkannt (POSTLETHWAIT 1970, LIU und HENNESSY 1970, WALLACE, MAXWELL und CAVALARIS 1970). Sie soll jedoch durch die größere Rauheit der Fadenoberfläche nicht so gut sein wie beim Catgut (MORGAN 1969, v. BARY, MARX und SCHAUDIG 1972). Außerdem zeigt der Dexonfaden eine Art "Sägewirkung", die auf die dünneren Fadendurchmesser und die festere Beschaffenheit des Fadens zurückgeführt werden kann. Diese "Sägewirkung" tritt besonders in weichem Gewebe wie z.B. in chronisch entzündlichen Organen auf, weshalb in solchen Fällen Catgut dem Dexon^{R} vorzuziehen sei (BORTHWICK 1973).
Aufgrund ihrer Quellungstendenz in Lagerflüssigkeiten besitzen die Catgutfadenstärken durchschnittlich größere Fadendurchmesser als gleich starke Dexonfäden. Letztere zeigen keine Quellungstendenz in entsprechenden Flüssigkeiten, dadurch entfällt das vom Catgut her bekannte Herausschlüpfen zu kurzer Fadenenden aus den Knotenschlingen (LEHNHARDT 1973).

Die Elastizität der Dexonfäden wird durch die Einzelfilamente des Fadens bestimmt. Die 15-25 dicken Filamente lassen sich durch Zug um 15-35 % verlängern (FRAZZA und SCHMITT 1971). Die meisten Autoren berichten über eine einwandfreie und gute Handhabung des Dexon^{R}, indem sie das Material mit Seide, Zwirn, einer Mischung aus Seide und Baumwolle oder mit nichtresorbierbaren, synthetischen Nahtmitteln vergleichen (LIRA 1969, NUGUID 1969, DE BUREN 1970, DARDIK et al 1971).
Der Dexonfaden ist weicher und geschmeidiger als Catgut, wird beim Feuchtwerden nicht glitschig oder schlüpfrig und fasert nicht auf (MORGAN 1969, ANSCOMBE, HIRA und HUNT 1970, McCARTHY 1970).
Mit angetrocknetem Blut oder Serum wird der Dexonfaden hart und rauh (NUGUID 1969). Zur Wiederherstellung der ursprünglichen Qualität empfiehlt es sich, den Faden mit Wasser oder Kochsalzlösung abzuspülen (MORGAN 1969, LIU und HENNESSY 1970).

2.4.3. Biologische Eigenschaften

Die biologischen Eigenschaften eines chirurgischen Nahtmittels beinhalten die Sterilität des Fadens, die durch ihn hervorgerufenen Gewebereaktionen und die damit verbundenen Wundheilungsvorgänge.

Die Gewebereaktionen auf Dexon^{R} wurden anfänglich an Hand tierexperimenteller Untersuchungen makroskopisch und histologisch ausgewertet, später folgten Beobachtungen bei der klinischen Anwendung in der Human- und Veterinärmedizin.

Eine der ersten Tierarten, bei denen Dexon^{R} neben verschiedenen anderen Nahtmaterialien implantiert wurde, waren Kaninchen. KATZ und TURNER (1970) lagerten 12-15 cm lange Dexon- und Catgutfäden in das subkutane Gewebe der Bauchwand, OLERUD (1970) Dexon^{R} in die Achillessehne, POSTLETHWAIT (1970) verschiedene Nahtmittel in die Bauchwandmuskulatur, EILERT (1971) in das Peritoneum, das Faszien-, Muskel-, Subkutan- und Hautgewebe der Bauchwand, und BERGMAN, BORGSTRÖM und HOLMLUND (1971) verwendeten Dexon^{R} und Chromcatgut zum Verschluß der Bauchwand, der Harnblase und für Darmanastomosen. Alle sahen

nach der Verwendung von Dexon^{R} gegenüber anderen Nahtmaterialien geringere Gewebereaktionen.
Während KATZ und TURNER (1970) makroskopisch bis zum 40. Tag p.o. Dexonfadenreste nachweisen konnte, zeigten sich Catgutfadenreste in vielen Fällen noch nach 50, 60 und sogar 75 Tagen p.o.
Ganz ähnliche Beobachtungen beschreibt EILERT (1971). Mikroskopisch sah er 60-90 Tage nach der Implantation minimale Gewebereaktionen, ein reifes, kollagenes Narbengewebe und eine vollständige Resorption des Dexonmaterials. Catgut dagegen konnte er zu diesem Zeitpunkt noch deutlich nachweisen. Gleichzeitig beobachtete er Lymphozytenansammlungen und zahlreiche pigmentierte Makrophagen.
Durch Dexon^{R} und verschiedene andere Nahtmaterialien hervorgerufene und mikroskopisch festgestellte Gewebereaktionen werden von POSTLETHWAIT (1970) ausführlicher bekanntgegeben. Danach sind bei allen Nahtmaterialien bis zu einer Woche die Anfangsreaktionen die gleichen. Später beobachtete er um Seide und Dacron eine Bindegewebskapsel mit einer an den Faden angrenzenden unterschiedlichen Zahl und Dichte von mononukleären Zellen, eine abnehmende Menge von polymorphkernigen Leukozyten und Lymphozyten und gelegentlich Fremdkörperriesenzellen.
Die anfänglichen Reaktionen um Catgutfäden sind bis zur einsetzenden Resorption ähnlich. Dieser Zeitpunkt liegt je nach Chromierungsgrad zwischen 10-20 Tagen. Dann tritt entweder eine deutliche Invasion von polymorphkernigen Leukozyten oder überwiegend Histiozyten oder eine Kombination beider Zellenarten auf. Teilweise kommen zusätzlich eosinophile Granulozyten und eine variierende Zahl von Lymphozyten hinzu. Nach Beendigung der Resorption bleibt eine Ansammlung von Phagozyten zurück. Sie lassen in ihrem Zytoplasma bräunliche Granula erkennen.
Die Resorption von Dexon^{R} zeigt nach einer Woche eine stets abnehmende, den Faden umgebende Zellreaktion. Nach 14 Tagen hat sich ein Bindegewebssaum entwickelt, der überwiegend aus Fibroblasten und histiozytären Einlagerungen besteht, wobei die Zellen auch in den Faden bzw. zwischen die Fadenfilamente einstrahlen. Fremdkörperriesenzellen werden oft angetroffen, Granulozyten und Lymphozyten dagegen seltener. Nach 28 Tagen

p.o. ändert sich die Farbe der Dexonfilamente. Die ursprünglich farblosen Fadenfilamente nehmen in den mit Hämatoxylin-Eosin gefärbten Präparaten einen rosaroten Farbton an. Nach diesem Zeitpunkt findet der größte Teil der Reaktion zwischen den Fadenfilamenten statt. Nach 2 Monaten kann eine Abnahme in der Anzahl der Filamente vermerkt werden. Nach 4 Monaten erkennt man nur noch kleine Ansammlungen von Phagozyten und dazwischen eingebettet, minimale Fadenreste, die nur noch im polarisierten Licht deutlich sichtbar werden.

Die von BERGMAN, BORGSTRÖM und HOLMLUND (1971) gemachten Beobachtungen decken sich im wesentlichen mit denen von POSTLETHWAIT. Sie sahen beim Catgutmaterial eine langsame und sehr unterschiedliche Resorption, die manchmal mit Fadengranulombildung einherging und insgesamt stärkere Gewebereaktionen zeigte als Dexon^{R}.
Bei drei von acht mit Dexon^{R} genähten Kaninchen erkannten sie in der Blasenwand nach 10-21 Tagen p.o. Ansätze zur Konkrementbildung an den ins Blasenlumen hineinragenden Dexonfäden. Sie halten daher die Anwendung von Dexon^{R} in der Blase für weniger empfehlenswert.

HERRMANN, KELLY und HIGGINS (1970) untersuchten die Gewebereaktionen auf Dexon^{R} und Catgut im subkutanen Gewebe der Bauchwand von Ratten. Sie töteten die Tiere innerhalb von 28 Tagen und sahen zunehmende Gewebereaktionen um Baumwolle, Chrom- und Plaincatgut, während nur minimale Reaktionen beim Dexon^{R} nachzuweisen waren.
Makroskopisch beobachteten sie nach 7 Tagen eine beginnende, bis zum 14. Tag deutlich fortschreitende Auflösung der Dexonfäden. Nach 21 und 28 Tagen p.o. konnte der Faden nur noch schwer oder gar nicht mehr aufgefunden werden.
Sie sind der Auffassung, daß Dexon^{R} den Anwendungsbereich der resorbierbaren Nahtmaterialien erweitert, da bei diesem Material die starken Entzündungsreaktionen entfallen, die beim Catgut auftreten. Diese Reaktionen bildeten den Hauptfaktor, der eine wünschenswerte, größere Verbreitung des resorbierbaren Nahtmaterials verhinderte.

DARDIK et al. (1971) verwendete bei Arterienanastomosen, die

sie an juvenilen Schweinen durchführten, Dexon^{R} und vergleichend als Kontrollmaterial Seide. Die Ergebnisse sind zufriedenstellend. Alle Aortenanastomosen, die mit Dexon^{R} genäht worden waren, heilten tadellos. In der mit Seide genähten Kontrollgruppe beobachteten sie in einem von drei Fällen Strikturen und Thrombosierung.

Auch bei Hunden wurden nur geringe Gewebereaktionen auf Dexon^{R} festgestellt.
ECHEVERRIA und JIMENEZ (1970) verwendeten Dexonfäden neben Catgut und anderen Nahtmaterialien für End-zu-End-Darmanastomosen und für den Verschluß der Laparotomiewunden. Sie sahen nach 5-30 Tagen p.o. bei Dexon^{R} keine deutlichen Entzündungserscheinungen, geringe Ödeme bei Seide und deutliche, entzündliche Veränderungen bei Catgut.
Elektronenmikroskopisch ermittelten sie u.a. viele Mast- und Plasmazellen um Catgut und Seide und nur wenige um Dexon^{R}.
Eine Darstellung der Mesenterialgefäße im Anastomosenbereich zeigte bei Dexonnähten geringere Gefäßeinsprossungen als bei den anderen Nahtmaterialien.
Sie stellten fest, daß Dexon^{R} nur geringe, Seide mittelgradige und Catgut ausgeprägte Gewebereaktionen hervorruft.
Ähnliche Ergebnisse fanden DELPIN et al. (1970) nach Dünndarm- und Venenanastomosen und HERRMANN, KELLY und HIGGINS (1970) nach verschiedenen Operationen des Abdomens. Beide betonen die gute Gewebetoleranz bei Verwendung von Dexon^{R}.
Arterienanastomosen wurden von DARDIK et al. (1971) bei adulten Hunden mit Dexon^{R} und Seide durchgeführt. Sie beobachteten im histologischen Präparat bis zu 90 Tagen p.o. Dexonfadenreste. Dehiszenzen, Aneurysmen oder andere Gewebsdefekte fanden sie nicht. Bei den mit Dexon^{R} durchgeführten Gefäßanastomosen traten in 10 % der Fälle Thrombosierungen auf, bei Seide waren es 23 %.

LILLY (1972) untersuchte insgesamt 19 verschiedene Nahtmaterialien auf ihre Gewebeverträglichkeit. Er sah geringe Gewebereaktionen bei allen monofilen und bei dem multifilen Dexonfaden. Alle übrigen multifilen Fadenmaterialien zeigten stärkere Gewebereaktionen.
In den Zwischenräumen aller multifilen Fäden mit Ausnahme des

Dexon^{R} konnte LILLY Bakterien feststellen. Er nimmt daher an, daß die Polyglykolsäure die bakterielle Penetration verhindert. Darin wird die Ursache für die geringe Gewebereaktion vermutet.

BORTHWICK (1973) beschreibt die Verwendung von Dexon^{R} bei 54 Hunden. Er führte verschiedene Operationen durch und nähte Haut, subkutanes Gewebe, Fettgewebe, Muskulatur, Fasziengewebe, Peritoneum, Blase, Mammagewebe, Uterus und Scheidenschleimhaut. Als einzige Reaktion zeigten die Hautnähte eine schwache Rötung um den Stichkanal.
In 8 Fällen wurden die Fäden in situ belassen und fielen zwischen 20-60 Tagen von selbst heraus. Außer der anfänglichen und kurzfristigen Rötung konnten selbst bei den 60 Tage in der Haut liegenden Fäden keine weiteren Veränderungen gesehen werden.
Bei der Naht einer Blasenwand, die infolge von Blasensteinen entzündliche Veränderungen aufwies, kam es zum Einschneiden des Dexonfadens, weshalb in solchen Fällen Catgut dem Dexon^{R} vorgezogen wird.

HARRISON (1973) beobachtete bei seinen Patienten (Hunden und Katzen) ein eigenständiges Entfernen der Hautnähte zu 50 % innerhalb der ersten 24 Stunden. Er nimmt an, daß die rauhe Oberfläche des Fadens die Tiere zum Lecken animiert.

WILSON (1973) machte gute Erfahrungen mit Dexon^{R} beim Hund. Die Heilung verlief ohne deutliche Gewebereaktionen oder Verklebungen.

Als erster berichtet LEHNHARDT (1973) über die Anwendung von Dexon^{R} beim Pferd. Er operierte einen Nabelbruch bei einem eineinhalbjährigen Stutfohlen. Der Bruch wurde reponiert, genäht und ein 10 x 15 cm großes gehäkeltes Dexon^{R}-Netz auf die äußere Aponeurose aufgesteppt.
Während der Wundheilung verzeichnete LEHNHARDT bis zum 8. Tag p.o. Ödematisierung des Wundgebietes und geringe Fluktuation. Danach verheilte die Naht ohne Komplikationen. Noch nach 4 Wochen konnten die Netzmaschen durch die Haut palpiert werden.

NEUMANN-KLEINPAUL (1973) beschreibt die vom Dexon^{R} hervorge-

rufenen Gewebereaktionen beim Pferd in der Haut und Muskulatur.
Nach unterschiedlichen Zeiten der Implantation im Gewebe ermittelte er ähnliche Gewebereaktionen, wie sie POSTLETHWAIT (1970) beim Kaninchen beschrieben hat.
Auffallend war eine Farbänderung der Fadenfilamente. Die anfänglich farblosen Dexonfragmente waren in den Hämatoxylin-Eosin gefärbten Präparaten nach 26 Tagen p.o. bläulich und nach 70 Tagen p.o. rötlich getönt.
Nach 90 Tagen war die Resorption noch nicht vollständig abgeschlossen. Zu diesem Zeitpunkt waren nur noch wenige Fadenreste von vielkernigen Riesenzellen umschlossen.
Im Gegensatz zu den Mitteilungen anderer Autoren fanden sich in den ersten Tagen überwiegend polymorphkernige Leukozyten, während erst nach 34 Tagen Lymphozyten und Plasmazellen auffielen. Insgesamt war die Reaktionszone um Dexon^{R} schmal, so daß von einer ausgezeichneten Gewebeverträglichkeit gesprochen wird.

Die Anwendung von Dexon^{R} bei Katzen wurde bisher nur von BORTHWICK (1973) in 3 Fällen beschrieben, einige andere Autoren erwähnen einzelne Operationen bei dieser Tierart. Die Ergebnisse sind bisher zu dürftig, um eine detaillierte Beurteilung der Dexonverträglichkeit bei dieser Tiergattung vornehmen zu können. Da jedoch keine negativen Erfahrungen gemacht wurden, ist anzunehmen, daß Dexon^{R} auch bei Katzen angewendet werden kann.

Zusammenfassend beschreibt LEHNHARDT (1973) seine Beobachtungen mit Dexon^{R} bei zahlreichen Laparotomien, Dünndarmanastomosen, Rektotomien, Sterilisationen, Entfernung von Tumoren u. ä. an Hunden, Katzen, Kaninchen, Ratten, Göttinger Miniaturschweinen und beim Pferd.
Hauptindikationen für die Verwendung von Dexon^{R} sind nach ihm die Naht der Haut, der Subkutis und der Muskulatur. Faszienähte und Laparotomiewunden mit Dexon^{R} zu adaptieren, hält er nur dann für gerechtfertigt, wenn mit einer schnellen Heilung und einer ausreichenden Wundfestigkeit nach 2 Wochen gerechnet werden kann. Bei Darmnähten befürchtet er im Falle von Ödematisierung und Entzündungserscheinungen ein Einschnei-

den des Fadens, bei Blasennähten kalkige Inkrustationen. Fistelbildungen hält er für ausgeschlossen, da das Material nach 50-90 Tagen p.o. aus dem Gewebe restlos resorbiert ist. Wegen minimaler Gewebereaktionen und gleichbleibender Resorption auch im infizierten und infektionsgefährdeten Geweben erhält das Dexon^{R} eine positive Beurteilung.

Nachdem Dexon^{R} in umfangreichen Untersuchungen an Tieren erprobt worden war, wurde es bereits 1970 in den USA von der Federal Drug Administration (FDA) als chirurgisches Nahtmittel zugelassen. Seither kommt Dexon^{R} auch beim Menschen zur Anwendung.
Eine ganze Reihe von Autoren beschreiben ihre Erfahrungen mit dem neuen Nahtmaterial. Dexon^{R} wurde im Hautgewebe (ANSCOMBE, HIRA und HUNT 1970, NUGUID 1969, McCARTHY 1970,v.BARY, MARX und SCHAUDIG 1972), in der Thoraxchirurgie (TAKITA 1970, v.BARY, MARX und SCHAUDIG 1972), im Gastrointestinalbereich (ROSENBERG u. MITARB. 1971), bei gynäkologischen Operationen (TOMPKINS und LEA 1972) und bei vielen anderen operativen Eingriffen (ECHEVERRIA und JIMENEZ 1970, DE BUREN 1970, MYLLÄRNIEMI 1971, DARDIK et al. 1971) verwendet.
Die in situ belassenen Hautfäden lösten sich nach durchschnittlich 20 Tagen. Dieses selbständige Lösen der Fäden ist in einigen Fällen von entscheidendem Vorteil, so besonders unter Gipsverbänden und in sehr schmerzhaften Bereichen, in denen ein späteres Fadenziehen unangenehm ist. Andernfalls sollte aus kosmetischen Gründen auch bei Dexon^{R} das Entfernen der Hautfäden zwischen dem 5. - 7. Tag p.o. erfolgen (v.BARY, MARX und SCHAUDIG 1972).
Einige Operationsgebiete, in denen Dexon^{R} noch nicht angewendet worden war, griffen WALLACE, MAXWELL und CAVALARIS (1970) und SCHOLZ (1971) auf.

WALLACE, MAXWELL und CAVALARIS benutzten vergleichend Dexon^{R}, Seide, Chromcatgut und Plaincatgut für Operationen in der Mundhöhle. In nachfolgenden histologischen Untersuchungen beobachteten sie beim Dexon^{R} nach 14 Tagen p.o. eine Tendenz des Schleimhautepithels, am Faden entlang in die Tiefe der Naht zu proliferieren, den Faden einzuhüllen und so einen Fistelgang auszubilden. Dieses Phänomen sahen sie auch bei

einigen Seidenfäden. Sie erwähnen, daß schon SMITH auf die Neigung des Mundschleimhautepithels hinweist, entlang eines Fadenverlaufes in die Tiefe zu proliferieren, um den Faden zu umgeben und den Ursprung der Entzündung abzugrenzen.

SCHOLZ (1971) machte bei orthopädischen Operationen negative Erfahrungen mit dem Dexonmaterial. Er legte seinen Untersuchungen 928 Fälle von Arthrotomien des Kniegelenkes zugrunde. Alle wurden sie von demselben Chirurgen unter den gleichen Bedingungen durchgeführt.
In 895 Fällen nähte er alle Gewebeschichten mit Ausnahme der Haut mit Catgutfäden, in 33 Fällen verwendete er statt Catgut Dexon^{R}. Bei 10 von diesen 33 Patienten, alle zwischen 17 und 41 Jahre alt, traten ernste Komplikationen in Form von Wundrupturen auf. Sie äußerten sich als Riß der Kapselnaht, Gelenkerguß, Instabilität des Kniegelenkes und unnötig verlängerter Krankheitsdauer. Infektionen konnten nicht festgestellt werden. Bei den restlichen Patienten insbesondere bei den mit Catgut vernähten Geweben wurden keine Wundrisse beobachtet. SCHOLZ stellt fest, daß Dexon^{R} für diejenigen Eingriffe unbrauchbar ist, die eine langanhaltende Reißkraft der Naht für die Heilung und Wundadaptation erforderlich machen. Hierzu rechnet er Sehnennähte, Bändernähte, Arthrotomien mit Kapselnähten, große abdominelle Wunden und andere große Wundverschlüsse. Er hält Dexon^{R} als chirurgisches Nahtmaterial bei orthopädischen Operationen für ungeeignet.

3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

3.1. Material

3.1.1. Versuchstiere

Es wurden experimentelle Untersuchungen am Hund und Pferd durchgeführt. In der ersten Versuchsreihe standen mir 12 klinisch gesunde Schäferhundbastarde zur Verfügung; es handelte sich um 6 Rüden und 6 Hündinnen im Alter von 7 Monaten bis zu 2 Jahren. Ihr durchschnittliches Gewicht betrug 20-25 kg. Sie werden im einzelnen in Tabelle 1 aufgeführt.
Die zweite Versuchsreihe bestand aus 12 klinisch gesunden Pferden, über die weitere Angaben in der Tabelle 3 und 4 gemacht werden.
Die Hunde wurden während der Versuchsdauer in Käfigen untergebracht, die Pferde in Boxen aufgestallt. Täglich wurde das Allgemeinbefinden und die rektal gemessene Körpertemperatur protokolliert.
Außer den später aufgeführten Arzneiapplikationen wurden die Tiere keiner weiteren medikamentellen Behandlung unterzogen.
Die Besprechung der Methodik und der Untersuchungsergebnisse erfolgt für den Hund und das Pferd in getrennten Kapiteln.

3.1.2. Nahtmaterial

Als chirurgisches Nahtmaterial wurde Dexon^{R} benutzt, ein aus ca. 150-300 Einzelfilamenten geflochtener Polyglykolsäurefaden, und handelsübliches Chromcatgut. Beides wurde von der Firma B. Braun, Medizinisch-Pharmazeutische-Werke, Melsungen, bezogen.
Dexon^{R} wurde in Form von Kurzfäden verwendet. Je drei Fäden von 50 cm Länge waren in trockenem Zustand und steril in Kunststoffolien-Doppeltaschen abgepackt. Beim Hund kamen Fadenstärken von EP I 1,5-3,5, beim Pferd solche von EP I 1,5-5 zur Anwendung.
Das chromierte Catgut wurde ebenfalls in Form von Einzelfäden geliefert. Sie waren 75 cm lang, in Alkohol eingelagert und

gleichfalls steril in Kunststofftaschen abgepackt. Von diesem Material kamen nach der konventionellen Stärkeeinteilung die Fadenstärke 3/0 zur Anwendung. Sie entsprechen den Dexonfadenstärken von EP I 1,5-2. Um vergleichbare Befunde zu erhalten, wurden entsprechende Fadenstärken von beiden Nahtmaterialien gebraucht. Für die Magen-, Darm-, Blasen- und Muskelnähte kamen gebogene Rundnadeln zur Anwendung, für die Haut gebogene Dreiecksnadeln, beide waren mit einem Federöhr versehen.

3.2. Methoden und Ergebnisse beim Hund

Zur Prüfung der Brauchbarkeit des Dexon^{R} und vergleichweise des Chromcatguts sowie zur Feststellung der durch diese Stoffe ausgelösten Reaktionen in den unterschiedlichen Gewebearten wurden operative Eingriffe an klinisch gesunden Versuchshunden durchgeführt. Ziel dieser Versuche war es, die zu prüfenden Nahtmaterialien in die bei Routineoperationen am häufigsten verletzten Gewebearten zu implantieren. Dabei hielt ich mich im Ablauf der einzelnen Operationen an die von BERGE/WESTHUES beschriebenen Methoden.
Die Hunde wurden nach 2-90 Tagen getötet, so daß nach dieser Zeit eine pathologisch-anatomische und histologische Auswertung der Gewebereaktionen auf Dexon^{R} und vergleichend auf Chromcatgut erfolgen konnte.

3.2.1. Versuche

Alle Tiere wurden mit Hilfe von Combelen^{R} in einer Dosierung von 0,2 mg/kg und von Polamivet^{R} in einer Dosis von 0,9 mg/kg Körpergewicht sediert und anschließend das Operationsfeld rasiert, gesäubert, mit Jodtinktur bestrichen und mit sterilen Tüchern abgedeckt.
Bei 9 Versuchshunden erfolgte die Laparotomie von der Linea alba, bei 3 Tieren von der Flanke aus.
Nach Eröffnung der Bauchhöhle wurden Magen-, Darm- (Colon) oder Blasenteile vorgelagert, mit einem 4-5 cm langen Schnitt durch alle Schichten der Organwände verletzt und mit Dexon^{R}

durch eine fortlaufende Naht nach Schmieden, darüber mit einer Lembertnaht geschlossen.
Vergleichsweise wurde bei 6 Hunden neben der mit Dexon^{R} genähten Inzision in der Magen-, Darm- oder Blasenwand ein zweiter, gleich großer Schnitt angelegt, der in der oben erwähnten Art mit Chromcatgut vernäht wurde, wobei für beide Nahtmaterialien entsprechende Fadenstärken zur Anwendung kamen.
Die Laparotomiewunde wurde sodann in 3-4 Schichten mit versenkten Knopfnähten versehen. Für diesen Verschluß kam ausschließlich Dexon^{R} zur Anwendung.
Zum Schutz und zur Abdeckung der Operationsfläche wurde ein zweischichtiger Gazestreifen mit Uhu-Alleskleber an der Haut der Hunde fixiert.
Die Tiere bekamen 4 Tage lang Cobiotic^{R} 450, ein Penicillin-Streptomycin-Gemisch. 1 ml dieses Medikamentes enthält 200 000 I.E. Procain-Penicillin-G und 250 000 I.E. Dihydrostreptomycin in Form von 314 mg DHS-Sulfat. Die tägliche Dosierung betrug 2-3 ml pro Tier und Tag und wurde intramuskulär verabreicht.
Im allgemeinen wurde der Verband nach 3-4 Tagen erneuert und bis zur endgültigen Adaptation der Wundränder regelmäßig eine Wundtoilette vorgenommen.
In Tabelle 1 werden alle Versuchshunde, ihr Alter und Geschlecht, die Operationen mit der Menge des verwendeten Nahtmaterials und den jeweiligen Fadenstärken in der Reihenfolge der Tötungszeitpunkte aufgeführt.

3.2.2. Probeentnahme

Die Hunde wurden in den in der Tabelle 1 aufgeführten Zeitabständen von 2, 3, 5, 7, 9, 11, 14, 17, 27, 33, 48 und 90 Tagen mit Pacifan^{R} in einer Dosierung von 20-25 ml i.v. getötet.
Anschließend erfolgte eine Sektion der Tiere. Die genähten Gewebeabschnitte konnten bei allen Hunden deutlich erkannt werden. Sie wurden makroskopisch beurteilt, in einem Stück exzidiert, auf Korkplatten fixiert und in 10 %ige Formaldehydlösung gelegt.

Nach 14 Tagen Fixierung konnten hieraus Gewebsproben zur Anfertigung histologischer Präparate entnommen werden.
Dabei wurden die Gewebestückchen in ca. 0,5 cm dicke Scheiben zerlegt, um möglichst genau einen Querschnitt durch die Einzelhefte in der Haut, Muskulatur und dem Peritonealgewebe zu erhalten. Dadurch konnten die einzelnen derben Fadenreste recht gut wiederaufgefunden werden. Bei den Magen-, Darm- oder Blasennähten ergaben sich bei der Suche nach den Fadenresten keine Schwierigkeiten, da fortlaufend genäht worden war.

3.2.3. Anfertigung histologischer Präparate und Färbungen

Die Einbettung der exzidierten Gewebestückchen erfolgte in Paraffin. Von den 5 μ dicken Schnitten wurde je eine Hämatoxylin-Eosin-Färbung und eine van Gieson-Färbung durchgeführt. Im weiteren Verlauf der Versuchsserie wurden bei einzelnen Präparaten zusätzliche Färbungen nach Kossa und Eisennachweisfärbungen mit Turnbullblau vorgenommen.
Es erfolgte die Anfertigung von insgesamt 160 histologische Präparate, die alle im Lichtmikroskop durchgemustert und beschrieben wurden. Die charakteristischen histologischen Erscheinungsbilder des Fadenabbaues wurden herausgesucht und fotografiert.

Tabelle 1

Versuchshund	Art des operativen Eingriffes und genähte Gewebeschichten		Zahl der durchgef. Knopfhefte (E.) oder Länge der fortl. Naht (cm)	Fadenstärken Dexon EP I	Catgut konv.S.
Nr. 1:					
1 Jahr, männl.	a. Medianschnitt in der Regio umbilicalis, 15 cm	1. Peritoneum	10 E.	3,5	-
		2. Muskulatur	8 E.	3,5	-
		3. Haut	8 E.	3,5	-
	b. Paramedianschnitt in der Regio inguinalis, 5 cm	1. Peritoneum	5 E.	3,5	-
		2. Muskulatur	4 E.	3,5	-
		3. Haut	3 E.	3,5	-
	Mageninzision		8 cm	2	-
	Darminzision		5 cm	1,5	-
	Blaseninzision		4 cm	1,5	-
Nr. 2:					
10 Monate, weibl.	a. Medianschnitt in der Regio umbilicalis, 13 cm	1. Peritoneum	9 E.	3,5	-
		2. Muskulatur	9 E.	3,5	-
		3. Haut	8 E.	3,5	-
	b. Medianschnitt in der Regio pubica, 5 cm	1. Peritoneum	4 E.	3,5	-
		2. Muskulatur	3 E.	3,5	-
		3. Haut	4 E.	3,5	-
	2 mal Mageninzision		5 cm	2	3/0
	2 mal Darminzision		3 cm	1,5	3/0
	Blaseninzision		3 cm	1,5	-
Nr. 3:					
1 Jahr, männl.	a. Medianschnitt in der Regio umbilicalis, 15 cm	1. Peritoneum	11 E.	3,5	-
		2. Muskulatur	8 E.	3,5	-
		3. Haut	8 E.	3,5	-
	b. Paramedianschnitt in der Regio inguinalis, 4 cm	1. Peritoneum	4 E.	3,5	-
		2. Muskulatur	3 E.	3,5	-
		3. Haut	4 E.	3,5	-
	Mageninzision		5 cm	2	-
	Darminzision		3 cm	1,5	-
	Blaseninzision		3 cm	1,5	-

Fortsetzung der Tabelle 1

Nr. 4: 8 Monate, weibl.	a. Medianschnitt in der Regio umbilicalis, 14 cm	1. Peritoneum	10 E.	3,5	-
		2. Muskulatur	9 E.	3,5	-
		3. Haut	9 E.	3,5	-
	b. Medianschnitt in der Regio pubica, 5 cm	1. Peritoneum	5 E.	3,5	-
		2. Muskulatur	4 E.	3,5	-
		3. Haut	4 E.	3,5	-
	Mageninzision		5 cm	2	-
	Darminzision		3 cm	1,5	-
	Blaseninzision		4 cm	1,5	-
Nr. 5: 9 Monate, männl.	a. Medianschnitt in der Regio umbilicalis, 15 cm	1. Peritoneum	10 E.	3,5	-
		2. Muskulatur	8 E.	3,5	-
		3. Haut	8 E.	3,5	-
	b. Paramedianschnitt in der Regio inguinalis, 6 cm	1. Peritoneum	5 E.	3,5	-
		2. Muskulatur	4 E.	3,5	-
		3. Haut	5 E.	3,5	-
	2 mal Mageninzision		6 cm	2	3/0
	Darminzision		4 cm	1,5	3/0
	2 mal Blaseninzision		4 cm	1,5	-
Nr. 6: 8 Monate, männl.	a. Medianschnitt in der Regio umbilicalis, 15 cm	1. Peritoneum	11 E.	3,5	-
		2. Muskulatur	7 E.	3,5	-
		3. Haut	7 E.	3,5	-
	b. Paramedianschnitt in der Regio inguinalis, 5 cm	1. Peritoneum	4 E.	3,5	-
		2. Muskulatur	5 E.	3,5	-
		3. Haut	3 E.	3,5	-
	Mageninzision		5 cm	2	-
	Darminzision		2 cm	1,5	-
	Blaseninzision		3 cm	1,5	-
Nr. 7: 2 Jahre, weibl.	a. Medianschnitt in der Regio umbilicalis, 13 cm	1. Peritoneum	8 E.	3,5	-
		2. Muskulatur	7 E.	3,5	-
		3. Haut	7 E.	3,5	-

Fortsetzung der Tabelle 1

	b. Medianschnitt in der Regio pubica, 4 cm	1. Peritoneum	4 E.	3,5	-
		2. Muskulatur	3 E.	3,5	-
		3. Haut	4 E.	3,5	-
	2 mal Mageninzision		6 cm	2	3/0
	Darminzision		4 cm	1,5	-
	Blaseninzision		3 cm	1,5	3/0
Nr. 8:					
1 Jahr, weibl.	a. Medianschnitt in der Regio umbilicalis, 14 cm	1. Peritoneum	9 E.	3,5	-
		2. Muskulatur	8 E.	3,5	-
		3. Haut	7 E.	3,5	-
	b. Medianschnitt in der Regio pubica, 4 cm	1. Peritoneum	4 E.	3,5	-
		2. Muskulatur	4 E.	3,5	-
		3. Haut	3 E.	3,5	-
	Mageninzision		5 cm	2	-
	Darminzision		4 cm	1,5	-
	Blaseninzision		4 cm	1,5	-
Nr. 9:					
2 Jahre, weibl.	Paracostalschnitt in der linken Flanke, 10 cm	1. Peritoneum	7 E.	3,5	-
		2. Muskulatur	6 E.	3,5	-
		3. Haut	7 E.	3,5	-
	2 mal Mageninzision		5 cm	2	3/0
	2 mal Darminzision		3 cm	1,5	3/0
Nr. 10:					
2 Jahre, männl.	Paracostalschnitt in der linken Flanke, 12 cm	1. Peritoneum	8 E.	3,5	-
		2. Muskulatur	7 E.	3,5	-
		3. Haut	6 E.	3,5	-
	Mageninzision		5 cm	2	-
	Darminzision		3 cm	1,5	-
	Kastration mit Ligatur der Samenstränge		2 E.	2,5	-
Nr. 11:					
2 Jahre, männl.	Paracostalschnitt in der linken Flanke, 12 cm	1. Peritoneum	9 E.	3,5	-
		2. Muskulatur	8 E	3,5	-
		3. Haut	6 E.	3,5	-

Fortsetzung der Tabelle 1

	2 mal Mageninzision		5 cm	2	3/0
	2 mal Darminzision		4 cm	1,5	3/0
	Kastration mit Ligatur der Samenstränge		2 E.	2,5	-
Nr. 12:					
7 Monate, weibl.	a. Medianschnitt in der Regio umbilicalis, 15 cm	1. Peritoneum	9 E.	3,5	-
		2. Muskulatur	10 E.	3,5	-
		3. Haut	8 E.	3,5	-
	b. Medianschnitt in der Regio pubica, 5 cm	1. Peritoneum	5 E.	3,5	-
		2. Muskulatur	5 E.	3,5	-
		3. Haut	3 E.	3,5	-
	2 mal Mageninzision		5 cm	2	3/0
	Darminzision		3 cm	1,5	-
	2 mal Blaseninzision		4 cm	1,5	3/0

Tabelle 2

Versuchshund Nr.	Dauer der Fadenmaterial-einlagerung in Tagen	Histologisch untersuchte Gewebeschichten													
		Haut	Hautm.	Faszie	Musk.	Perit.	Magen D*	Magen C*	Darm D	Darm C	Blase D	Blase C	Lig. der Samenstr.		
1	2	+	+	+	+	+	+		+		+				
2	3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
3	5	+	+	+	+	+	+		+		+				
4	7	+	+	+	+	+	+		+		+				
5	9	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+			
6	11	+	+	+	+	+	+		+		+				
7	14	+	+	+	+	+	+	+	+		+				
8	17	+	+	+	+	+	+		+		+				
9	27	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
10	33	+	+	+	+	+	+		+				+		
11	48	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+		
12	90	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+			

*D = Dexon^{R}
C = Chromcatgut

3.2.4. Klinischer Wundheilungsverlauf

Alle Hunde zeigten in der postoperativen Phase keine Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens. Sie wurden in den ersten Tagen mit einer breiig-flüssigen Nahrung gefüttert, danach erhielten sie festes Futter. Der Appetit war während dieser Zeit bei allen Tieren gut. Die rektal gemessene Körpertemperatur erhöhte sich in 4 Fällen, und zwar bei den Versuchshunden Nr. 2, 3, 6 und 9 zwei Tage p.o. auf subfebrile Werte, sank jedoch innerhalb der nächsten zwei Tage auf ihren Ausgangswert zurück.
Die Hautwunden zeigten bis zum 7. Tage p.o. geringfügige Schwellungen und um die Hauteinzelhefte minimale, in der pigmentierten Haut nur schwer wahrnehmbare Rötungen. Danach konnten keine Wundschwellungen mehr beobachtet werden. Das Wundgebiet erwies sich als trocken, nur noch geringfügig schmerzhaft und schwach vermehrt warm. Eine beginnende Vernarbung der Hautwundränder erfolgte nach 5-7 Tagen, ein Verstreichen derselben nach ca. 20 Tagen.
Bei 2 Hunden, dem 4. und 10. Versuchshund, fehlten nach 4 Tagen etwa die Hälfte aller Hauteinzelheften. Die Tiere hatten sich die Fäden durch Benagen und Belecken selbständig entfernt. Wunddehiszenzen traten nicht auf. 8 Hunde, Versuchshund Nr. 1 - 8, wurden zu einem Zeitpunkt getötet, an dem die Hautfäden noch fest im Gewebe verankert waren. Bei den restlichen Tieren, den Versuchshunden Nr. 9 - 12, wurde das selbständige Lösen der Hautfäden zwischen 23 und 35 Tagen registriert.

3.2.5. Pathologisch-anatomische Befunde

Bei dem Versuchshund Nr. 1 lagen 2 Tage p.o. Verklebungen in der Laparotomiewunde zwischen Peritoneum und Netz vor. Die genähten Gewebe ließen alle eine auf das Wundgebiet beschränkte, ödematös-blutige Durchtränkung erkennen. Sie erschien besonders in unmittelbarer Nähe des Fadens stark ausgeprägt. Ohne Schwierigkeiten ließen sich die Dexonfäden in allen Gewebeschichten wiederauffinden, sie wiesen keine Veränderungen auf.
Ein ähnliches Gewebeverhalten ergab sich 3 Tage p.o. Auch in

diesem Falle sah man Verklebungszonen zwischen Peritoneum und Netz. Der elfenbeinfarbene Dexonfaden erschien in den Organwänden und im Peritoneum von einer rötlichen Fibrinschicht überzogen. Die weicher und aufgequollener aussehenden Catgutfäden wiesen nur in einzelnen Bereichen dünnere Fibrinauflagerungen auf.

5 Tage p.o. war das Peritoneum an der Nahtstelle blutig-ödematös durchtränkt. Magen-, Darm - und Blasenwand ließen Adhäsionen mit dem Netz erkennen. Die trockenen Hautnähte zeigten ähnlich wie die Subkutis und Muskulatur keine deutlich sichtbaren Veränderungen. In allen Gewebeschichten konnten die Dexonfäden wiedererkannt werden.

Diffuse Rötungen und einzelne Adhäsionen fanden sich 7 Tage p. o. im Nahtbereich des Peritoneums. Ähnliche Erscheinungen wurden auch im Bereich der Magen-, Darm- und Blasenwandwunde beobachtet.

Die Dexonfäden konnten einwandfrei in dem zu diesem Zeitpunkt bereits weniger ödematös erscheinenden Geweben wiedergefunden werden. Sie zeigten keine Abweichungen in der Konsistenz und Festigkeit und keine Farbveränderungen.

Am 9. Tage p.o. wurden nur noch geringfügige, diffuse Rötungen und an den Wundrändern eine schmale, ödematisierte Zone sichtbar. Adhäsionen bestanden zu diesem Zeitpunkt nur zwischen dem Peritoneum und dem Netz. Die mit Dexon^{R} und mit Chromcatgut genähten Inzisionen ließen keine Unterschiede erkennen. Beide Fadenmaterialien waren in ein weiches, mit einzelnen, blutig imbibierten Bezirken durchsetztes Granulationsgewebe eingekapselt.

Bereits nach 11 Tagen p.o. zeigte sich in allen Gewebearten ein festes, nur noch wenige Petechien aufweisendes Narbengewebe. Die Einzelhefte in der Peritoneumnaht waren noch deutlich sichtbar, in den anderen Gewebeschichten konnten nur wenige Fadenreste erkannt werden.

In allen Geweben bestand 14 Tage p.o. ein weißliches, festes Narbengewebe. Makroskopisch konnten die Fäden nicht mehr identifiziert werden. Im Nahtbereich befanden sich weiße, feste Narbengewebsstränge, sie könnten eingekapselte Fadenreste andeuten. Unterschiedliche Reaktionen zwischen Dexon^{R} und Catgut bestanden nicht.

Nach 17 Tagen p.o. wurden überall in den Wundbereichen Narben-

bildungen und einzelne, verstreut liegende Petechien sichtbar. Das Bild glich den nach 14 Tagen gemachten Beobachtungen.
Die Hautfäden saßen zu diesem Zeitpunkt noch alle fest im Unterhautgewebe und konnten auch auf Zug nicht entfernt werden. Ihre im Gewebe liegenden Fadenschlaufen ließen sich noch deutlich erkennen, sie erschienen an dieser Stelle dünner und brüchiger. In den übrigen Gewebeschichten konnten keine Fadenreste mehr identifiziert werden.
Im Nahtbereich fanden sich 27 Tage und 33 Tage p.o. deutliche, länglich auseinandergezogene, feste Bindegewebsstränge und an beiden Nahtenden, wo ursprünglich der Faden geknotet worden war, stecknadelkopfgroße Erhebungen von fester Konsistenz.
Die mit Chromcatgut genähten Gewebe ließen nach 27 Tagen p.o. ein breites ausstrahlendes Narbengewebe erkennen, sonst sah man keine Unterschiede zwischen Dexon^{R} und Catgut.
Auch nach 48 Tagen p.o. wurden Unterschiede zwischen den beiden Nahtmaterialien nicht beobachtet.
Nach 90 Tagen p.o. wurden die mit Catgut genähten Wunden von einem gleichmäßig abgegrenzten, dichten Bindegewebe überdeckt. Die Dexonnähte zeigten dagegen ein diffuser ausstrahlendes Narbengewebe mit darin eingelagerten, stecknadelkopfgroßen, derben Knoten und Strängen. Bei beiden Nahtmaterialien wurden Adhäsionen beobachtet.

3.2.6. Pathologisch-histologische Befunde

Wundverhalten allgemein

Am 2., 3. und 5. Tag p.o. sind im Wundgebiet alle Gewebearten ausgeprägt hämorrhagisch-ödematös durchtränkt und zeigen mehr oder weniger starke Granulozyteninfiltrationen.
7 Tage nach der Wundsetzung beginnt die Proliferationsphase mit der Ausbildung eines zunächst lockeren Granulationsgewebes, das nach 9, 11 und 14 Tagen p.o. dichter und zellreicher wird. In diesem Gewebe finden sich viele Histiozyten, Fibroblasten und Fremdkörperriesenzellen, ebenso ist eine kapilläre Hyperämie deutlich zu beobachten.
Nach 27 Tagen p.o. herrscht ein dichtes, faserreiches und noch zellreiches Narbengewebe vor, das herdförmige Ansamm-

lungen von Zellen der akuten Entzündungsphase einschließt. Der Zellreichtum nimmt allmählich ab, so daß nach 33, 48 und besonders nach 90 Tagen p.o. ein dichtes und zellarmes Narbengewebe ausgebildet ist. Vereinzelt treten in diesem Gewebe noch Ansammlungen von Granulozyten, Lymphozyten oder Makrophagen und in vermehrter Anzahl Kapillarsprossen auf. Je nach Art des Gewebes finden sich Abweichungen von diesem Wundverhalten:

In der Haut wird bereits nach 2 Tagen p.o., besonders aber nach 5 und 7 Tagen eine Epithelisierung des Epidermisdefektes beobachtet. In der Subkutis kommt es zur Ausbildung eines weit in das subkutane Fettgewebe ausstrahlenden Granulationsgewebes, in ihm liegen einzelne leukozytäre Einschmelzungsherde. Später sieht man im Wundbereich Narbengewebe, in dem Haarpapillen und Talgdrüsen fehlen.

In der quergestreiften Muskulatur fallen großflächige Muskelfasernekrobiosen mit schwach anfärbaren Muskelfasern, -scholligem Zerfall und Karyorhexis oder Karyolyse auf. Nach 7 und 9 Tagen p.o. wird der Detritus durch Granulationsgewebe organisiert und später durch dichtes Narbengewebe ersetzt. Akute Muskelfasernekrobiosen treten noch nach 27 Tagen p.o. auf.

In der Magen- und Darmwand ist die Mukosa eingestülpt und unter Einbeziehung der darunterliegenden Schichten gefaltet. Sonst finden sich je nach Alter der Wunde Zellen der Exsudations-, Proliferations- oder der Reifungsphase. Oft ist die Serosa von einer Fibrinschicht bedeckt, deren Organisation im Laufe der zweiten Woche erfolgt und zu bindegewebigen Adhäsionen zwischen Magen- oder Darmwand und dem Netz führt.

In der Blase werden Blasenepithelhyperplasien sichtbar. Die Blasenwand ist im ganzen verdickt, die Muskularisschicht häufig degeneriert. Anfängliche zellige Infiltrationen mit Erythrozyten, einzelnen Lymphozyten und Monozyten und leukozytären Einschmelzungsherden können nach 14 Tagen p.o. nur noch vereinzelt beobachtet werden.
Ein auffälliges Verhalten zeigt das Blasenepithel im Wund-

bereich nach 5 und 14 Tagen p.o.. Auf diese Erscheinung wird im folgenden Kapitel ausführlich eingegangen.

Verhalten von Naht und Nahtmaterial nach unterschiedlichen Einlagerungszeiten:

I. DEXON^{R}

Dexonfäden können aufgrund ihrer anisotropen Eigenschaften in allen Präparaten recht leicht erkannt werden.

Am 2. und 3. Tag p.o. liegen die Fäden verstreut eingebettet im hämorrhagisch-ödematös durchtränkten Wundgebiet. Durch unterschiedlich ausgebildete Granulozytenansammlungen um den Stichkanal werden die Dexonfäden gegen das umliegende Gewebe abgegrenzt. In der Haut und Muskulatur können breitere, ca. 10 zellschichtige Granulozytensäume, in der Darm- und Blasenwand schmale aus ca. 1 - 2 Zellschichten bestehende Umscheidungen beobachtet werden. In einzelnen Fällen, insbesondere bei Abgrenzungen gegen Muskelfasern, liegen nur einige wenige Granulozyten zwischen Faden und Muskelgewebe.
Die Fadenfilamente stellen sich in Form glasig-durchsichtiger, doppellichtbrechender, länglich ovaler oder runder Längs- und Querschnitte dar, seltener in Form verschiedengestalteter Fragmente. Teilweise sind gerade die runden Querschnitte der Filamente in sich in winzige kleine Bruchstücke zerfallen. Sie liegen dicht zusammengelagert in den granulozytenumsäumten Stichkanälen und füllen ihn vollständig aus. Es kommen verstreut zwischen den Fadenfilamenten eingelagert Granulozyten, seltener Histiozyten und im Darmpräparat zwei einzelne Fremdkörperriesenzellen vor.

Im subkutanen Fettgewebe wird der Dexonfaden nach 5 Tagen p.o. von einer breiten Demarkationszone aus Granulozyten gegen das umliegende Gewebe abgegrenzt. Weniger ausgeprägt sind diese Demarkationszonen in den anderen Gewebearten, in der quergestreiften Muskulatur fehlen sie teilweise gänzlich. In allen Präparaten stellen sich die Fadenreste weiterhin in Form glasklarer, doppellichtbrechender Filamente dar. Sie

besitzen, je nach Anschnitt und Lage des Fadens, ovale, runde oder vielgestaltige Formen. In allen Fällen ist der Stichkanal mit zusammengelagerten Fadenfilamenten ausgefüllt, zwischen denen in geringer Anzahl Histiozyten, Granulozyten, Zelltrümmer und in der Magenwand auch Fremdkörperriesenzellen liegen.
Auffallend ist das histologische Bild der Blasenwand. Die Fadenquerschnitte liegen unmittelbar subepithelial. Darüber zeigt sich eine Epitheleinsenkung und von ihr ausgehend zieht ein Epithelstrang zum Faden hinunter, ohne ihn zu umsäumen. Zwischen Epithel und Faden ist die Submukosa dicht mit Granulozyten infiltriert.

Auch nach 7 Tagen p.o. besteht eine breite, leukozytäre Demarkation des Fadens in Haut, Muskulatur, Magen und Darm. In der Blase fehlt dieser Saum. In diesem Präparat sind die Fadenreste ohne jegliche Umscheidung in lockeres Granulationsgewebe eingebettet. Die glasklaren Fadenfilamente zeigen Aufspaltungen und Bruchlinien. Sie sind teilweise von Granulozyten, teils stärker von Histiozyten und Fibroblasten durchsetzt. Einzelne Filamente werden direkt von Fremdkörperriesenzellen umlagert.

9 Tage p.o. liegen in der Umgebung des Stichkanales einzelne Granulozyten- und Lymphozytenansammlungen und wenige Fremdkörperriesenzellen. Der Faden wird von einer schmalen Zellschicht aus Histiozyten, Fibroblasten, Granulozyten und Lymphozyten umsäumt, die in einzelnen Fällen in das Fadeninnere eindringen. Die glasklaren Filamente, die auch in diesem Stadium in Bruchstücke zerfallen sind, zeigen am Rande geringfügige Auflösungserscheinungen. Zahl und Durchmesser der Fadenfragmente sind unverändert.
In den Präparaten der quergestreiften Muskulatur und der Blasenwand werden die peripher im Stichkanal liegenden Fadenfilamente durch einsprossende Zellen von den übrigen Fadenfragmenten abgedrängt und einzeln von Makrophagen umlagert. Im Zentrum des Stichkanales sind die Filamente weiterhin dicht zusammengelagert und nur von einzelnen Histiozyten und Granulozyten durchsetzt.
In der Blasenwand liegen in der Nähe des Fadens Hämosiderin

enthaltende Makrophagenansammlungen.

Histiozyten, Fibroblasten und Fremdkörperriesenzellen umgeben 11 Tage p.o. in Form von schmalen Zellzonen den Stichkanal, sie ziehen nur geringfügig in das Fadeninnere hinein. Das Bild ähnelt den nach 9 Tagen p.o. gemachten Beobachtungen. In der Serosa des Darmes und bei einzelnen Filamenten in der Blasenwand können in den mit Hämatoxylin-Eosin gefärbten Präparaten statt der nicht getönten jetzt sehr hellviolett angefärbte homogene Fadenquerschnitte dargestellt werden. Sie sind von lockerem Granulationsgewebe umgeben.

In der Haut und Muskulatur wird nach 14 Tagen p.o. ein unterschiedliches Fadenverhalten beobachtet.
In einigen Präparaten wird der Stichkanal von einsprossendem, lockerem Granulationsgewebe, von Fadenfilamenten und reichlich Granulozyten ausgefüllt. Die Fadenfilamente färben sich in diesem Falle nicht an.
In anderen Präparaten sind einige Fadenfragmente einzeln und abgedrängt von den restlichen Filamenten von Makrophagen, Histiozyten und Fremdkörperriesenzellen umsäumt. In diesem Präparat weisen die Filamente einen violetten Farbton auf.
In beiden Fällen umgibt ein unmittelbar an den Faden angrenzender, schmaler Granulozytensaum den Stichkanal.
In der Magen-, Darm- und Blasenwand werden nur glasklare Fadenfragmente mit einzelnen Histiozyten, Fibroblasten, Fibrozyten und Granulozyten sichtbar.
In der Blasenwand zeigen sich abweichend von dem bisherigen Gewebeverhalten einzelne subepithelial gelegene Fadenreste, die von einem mehrschichtigen, hohen, blasigen Epithel umgeben werden. Die Epithelumscheidungen können mit Zellnestern verglichen werden, die jeweils einzelne Fadenfilamente einschließen.

Im Gesamtbild stellt sich 17 Tage p.o. weiterhin ein überwiegend zellreiches Granulationsgewebe dar. Nebeneinander können glasig-bläuliche, dicht zusammengelagerte und dunkelviolette, meist einzeln im Gewebe eingebettete Dexonfilamente beobachtet werden. Die Demarkation erfolgt durch Histiozyten, Fibroblasten, Fibrozyten, viele Fremdkörperriesenzellen und einzelne Granulozyten und Lymphozyten.

Nach 27 und 33 Tagen p.o. liegt ein dichtes, faserreiches Narbengewebe vor. Es wird diffus durchsetzt von einzelnen Zellen der akuten Entzündungsphase und zahlreichen Kapillarsprossen. Die Anfärbung der Dexonfilamente variiert von hellwässrig-blau bis dunkelviolett. Wieder kann man ein unterschiedliches Fadenverhalten beobachten:
Es finden sich dicht zusammengelagerte meist hellviolette Fadenfragmente mit einem schmalen Demarkationswall aus histiozytären Zellelementen und Granulozyten. Die Fadenfilamente können auch stärker von faserreichen Granulationsgewebe durchsetzt sein, wobei einzelne Fragmente vollständig von Makrophagen umsäumt sind und Auflösungserscheinungen zeigen. In anderen Fällen können einzelne dunkelviolette Fadenreste in lockerem Granulationsgewebe liegen. Sie werden von Fremdkörperriesenzellen und Histiozyten umlagert.
In allen Fällen wird der Stichkanal von einem schmalen Saum aus einzelnen Granulozyten und Zellen der Proliferationsphase eingeschlossen.

Nach 48 Tagen p.o. ist der Stichkanal in Narbengewebe eingelagert, um ihn herum finden keine Reaktionen mehr statt. Die Resorptionsprozesse werden zu diesem Zeitpunkt im Inneren des Stichkanals vollzogen.
Der Stichkanal ist ausgefüllt von einem dichten, zellreichen Granulationsgewebe, in dem Fadenreste eingebettet liegen. Sie werden von Histiozyten, Fibrozyten, vielen Fremdkörperriesenzellen und einzelnen Lymphozyten umgeben.
An den meist violett angefärbten Fadenfragmenten sind Auflösungserscheinungen festzustellen, die sich unter anderem auch in einer Abnahme der Filamentenzahl bemerkbar machen.
In der Umgebung des Stichkanals ist ein dichtes, zellarmes Narbengewebe vorhanden.

Nach 90 Tagen p.o. ist das ehemalige Wundgebiet am dichten, kollagenfaserreichen und zellarmen Narbengewebe erkennbar. Darin eingelagert finden sich einzelne kleine Zellherde aus Fremdkörperriesenzellen, dichtere Fibrozytenhäufchen, wenige Lymphozyten und Histiozyten. Letztere zeigen häufig ein dunkles, basophiles Zytoplasma und einen großen blasigen Kern. Dazwischen liegen winzige, doppellichtbrechende Fadenreste,

die nur noch im Polarisationsmikroskop deutlich nachgewiesen werden können. Fremdkörperriesenzellen, die in ihrer Größe ungefähr der eines Fadenfilamentes entsprechen, weisen auf stattgefundene Resorptionsprozesse hin.
In der Serosaschicht des Darmes werden zusätzlich kleine mit Hämosiderin beladene Zellansammlungen sichtbar.
Die Blasenwand weist nur noch in Spuren Narbengewebe auf, das von Fremdkörperriesenzellen, Histiozyten, Fibrozyten und einzelnen Lymphozyten durchsetzt ist. Ein Nachweis von Fadenresten gelingt nicht mehr.

II. CHROMCATGUT

Das Chromcatgut wird als eine homogene, im Hämatoxylin-Eosin-Präparat rot gefärbte, kollagenartige Struktur sichtbar. Vom Rande her wird es zellig infiltriert und erscheint aufgefasert.
3 Tage p.o. erweist sich die leukozytäre Demarkation um Catgut ausgeprägter als um Dexon^{R}. Diese Zone erstreckt sich 14 Tage p.o. weiter in die Umgebung.
Nach 27 Tagen zeigen sich ähnliche Gewebereaktionen wie nach der Anwendung von Dexon^{R}, nur werden um den Catgutfaden mehr Granulozyten, Lymphozyten und Plasmazellen beobachtet.
Nach 48 Tagen p.o. erscheint das Narbengewebe fibrozytenreicher und der Verlauf der neugebildeten Fasern irregulärer. Das Catgutmaterial wird weiter als große, homogene, am Rande aufgefaserte, kollagenartige Struktur sichtbar.
Auch nach 90 Tagen p.o. ist das umfangreich gebildete Narbengewebe von vielen Fibrozyten durchsetzt. Es können mehrere Stichkanäle mit großflächigen, wenig zerfaserten, homogenen Fadenresten beobachtet werden. Sie werden umsäumt von einem direkt an den Faden angrenzenden, breiten Wall aus Histiozyten, Fibrozyten, einzelnen Lymphozyten und Plasmazellen. Es können auch einzelne Fremdkörperriesenzellen und einzelne, in den Faden einstrahlende Fibrozytenketten gesehen werden. In der Nähe des Stichkanales liegen dichte Ansammlungen Hämosiderin enthaltende Makrophagen mit randständigen Kernen. Insgesamt sind dem Chromcatgut mehr Plasmazellen und weniger Fremdkörperriesenzellen angelagert als dem Dexon^{R}.

3.3. Methoden und Ergebnisse beim Pferd

Da bis zum Zeitpunkt der Versuche noch keinerlei Erfahrungen mit Dexonnähten in der Chirurgie des Pferdes bekannt geworden waren, wurden mit diesem Material zunächst bei 3 Pferden nur Zusammenhangstrennungen der Haut und Muskulatur adaptiert. Bei den übrigen Pferden erfolgten Laparotomien von der rechten Flanke aus, und bei 7 Pferden wurden zusätzlich Inzisionen der Darmwand genäht. Im Anschluß daran wurden die Tiere nach 2-110 Tagen getötet, so daß bei dieser Tierart nach unterschiedlichen Zeiten der Dexon- und vergleichend der Chromcatguteinlagerung eine Auswertung der durch das Nahtmaterial hervorgerufenen Gewebereaktionen erfolgen konnte.

3.3.1. Versuche

a. Haut-Muskelnaht

Bei den ersten 3 Pferden wurden jeweils nur Inzisionen der Haut und Muskulatur ausgeführt.

Für diese Eingriffe wurden die Tiere mit 4 ml/100 kg Körpergewicht Rompun^{R} sediert, die Operationsstelle geschoren, rasiert und mit Jodbenzin und 70 %igem Alkohol gründlich gesäubert und anschließend eine Lokalanästhesie mit 2 %igem Xylocain^{R} durchgeführt.

Als geeignete Stelle für den Haut-Muskelschnitt wählte ich die Schulter. Sie weist relativ geringe Spannungen auf und ist für die Inzision, nachfolgende Naht und die Wundversorgung gut zugänglich.

Mit dem Skalpell wurde cranial oder caudal der Spina scapulae ein ca. 10 cm langer Schnitt durch die Haut, den Hautmuskel, das Fasziengewebe und 2 cm tief in die Muskulatur gelegt und diese Zusammenhangstrennung schichtweise durch Knopfnähte mit Dexon^{R} geschlossen. Die im einzelnen durchgeführte Zahl der Knopfhefte mit den jeweiligen Gewebeschichten und die Angabe der verwendeten Fadenstärken werden in Tabelle 3 aufgeführt. Im Anschluß an diesen Eingriff wurde die Operationswunde mit Gaze abgedeckt. Nach 4 Tagen erfolgte der erste Verbandswechsel und danach alle 2 Tage eine Wundkontrolle bis zur Vernarbung der Hautwundränder. Im Verlaufe weiterer

Untersuchungen wurde dieser operative Eingriff an 2 Pferden zusätzlich neben der Laparotomie vorgenommen, so daß insgesamt 6 Haut-Muskelnähte an der Schulter vorliegen.

b. Laparotomien

Die anderen 9 Tiere wurden nach einer Narkoseprämedikation von 0,8 ml/100 kg Körpergewicht Combelen^{R} und einer 1 %igen Atropinum-sulfuricum-Lösung in der Dosierung von 0,2 ml/100 kg Körpergewicht, mit 15 g Chloralhydrat in 10 %iger Lösung i.v. abgelegt, und nach endotrachealer Intubation, eine Fluothannarkose eingeleitet.

Nach Rasur der rechten Flanke, Säuberung mit Jodbenzin und 70 %igem Alkohol, wurde das Operationsfeld mit einem sterilen Schlitztuch abgedeckt.

Bei 2 der 9 Pferde erfolgte in der rechten Flanke lediglich eine Eröffnung der Bauchhöhle, ohne daß der Darm genäht wurde. Zunächst sollte die Wundheilung des mit Dexon^{R} adaptierten Peritoneums abgewartet werden.

Die Laparotomiewunde wurde in 5 - 6 Schichten mit Knopfnähten geschlossen, die Schichten bestanden von innen nach außen aus dem Peritoneum mit Fasziengewebe des M. transversus abdominis, dem M. obliquus abdominis internus, dem M. obliquus abdominis externus, der Faszie, dem M. subcutaneus und der Haut.

Bei den restlichen 7 Pferden wurde nach einer ebenfalls in der rechten Flanke vorgenommenen Laparotomie, ein Teil des Darmes (Jejunum) vorgelagert, und eine 3-5 cm lange Inzision ohne Verletzung der Darmmukosa angebracht. Die Adaptation der Darmwand erfolgte durch eine fortlaufende, einfache Naht nach Lembert. Neben Dexon^{R} kam bei 6 der 7 Tiere auch Chromcatgut zur Anwendung. In diesen Fällen wurden im Jejunum drei Schnitte angelegt, wobei die mit Chromcatgut der Fadenstärke 3/0 geschlossenen Naht stets in der Mitte lag, während die lateralen Inzisionen mit Dexon^{R} der Fadenstärken EP I 1,5 und 3,5 adaptiert wurden. Die Laparotomiewunde wurde dann mit Knopfnähten versehen und mit Gaze abgedeckt.

Zur Infektionsprophylaxe bekamen die Pferde 4 Tage lang 10-20 ml Cobiotic^{R} 450, ein Penicillin-Streptomycin-Gemisch, 1 ml enthält 200 000 I.E. Procain-Penicillin-G und 250 000 I.E. Dehydrostreptomycin in Form von 314 mg DHS-Sulfat. Es wurde

intramuskulär verabreicht. Außerdem wurde regelmäßig eine äußere Wundtoilette durchgeführt.
In nachfolgender Tabelle werden die Versuchspferde in laufender Nummerierung, die Operationen im einzelnen mit der Menge des verwendeten Nahtmaterials und den Fadenstärken in der Reihenfolge der Tötungszeitpunkte aufgeführt.

Tabelle 3: Haut Muskelnähte

Versuchspferd	Art des operativen Eingriffes und genähte Gewebeschichten		Zahl der durchgef. Knopfhefte (E.) oder Länge der fortl. Naht (cm)	Fadenstärken Dexon^{R} (EP I)
Nr. 1: Ponywallach 6 Jahre Gewicht 286 kg	Inzision links caudal der Spina scapulae ca. 10 cm	1.M.deltoideus	4 E.	3,5
		2.Faszie	4 E.	3,5
		3.M.subcutaneus	3 E.	3,5
		4.Haut	5 E.	4,5
Nr. 2: Reitpferdwallach 9 Jahre Gewicht 580 kg	Inzision links caudal der Spina scapulae ca. 8 cm	1.M.deltoideus	4 E.	3,5
		2.Faszie	5 E.	3,5
		3.M.subcutaneus	4 E.	3,5
		4.Haut	5 E.	4,5
Nr. 3: Ponyhengst 17 Jahre Gewicht 169 kg	Inzision rechts cranial der Spina scapulae ca. 10 cm	1.M.supra spinam	4 E.	3,5
		2.Faszie	5 E.	3,5
		3.M.trapezius cerv.	3 E.	3,5
		4.M.subcutaneus	5 E.	3,5
		5.Haut	7 E.	4,5
Nr. 5: Kleinpferdstute 20 Jahre Gewicht 302 kg	Inzision rechts cranial der Spina scapulae ca. 10 cm	1.M.supra spinam	4 E.	3,5
		2.Faszie	4 E.	3,5
		3.M.subcutaneus	4 E.	3,5
		4.Haut	5 E.	4,5
Nr. 7: Norwegerstute 20 Jahre Gewicht 333 kg	Inzision rechts cranial der Spina scapulae ca. 10 cm	1.M.supra spinam	6 E.	3,5
		2.Faszie	4 E.	3,5
		3.M.subcutaneus	3 E.	3,5
		4.Haut	5 E.	4,5
Nr. 3: Ponyhengst 17 Jahre Gewicht 169 kg	Inzision links cranial der Spina scapulae ca. 8 cm	1.M.deltoideus	5 E.	3,5
		2.Faszie	4 E.	3,5
		3.M.subcutaneus	6 E.	3,5
		4.Haut	6 E.	4,5

Tabelle 4: Laparotomien

Versuchspferd	Art des operativen Eingriffes und genähte Gewebeschichten		Zahl der durchgef. Knopfhefte (E.) oder Länge der fortl. Naht (cm)	Fadenstärken Dexon EP I	Catgut konv.S.
Nr. 4: Ponystute 6 Jahre Gewicht 228 kg	Laparotomie in der rechten Flanke ca. 18 cm	1.Peritoneum	12 E.	4	-
		2.Faszie/Musk.	11 E.	4	-
		3.M.obliq.abd.int.	11 E.	4	-
		4.M.obliq.abd.ext.	8 E.	4	-
		5.Fasz./M.subcut.	9 E.	4	-
		6.Haut	9 E.	4,5	-
	3 mal Darminzisionen	1.Dexon	2 cm	3,5	-
		2.Chromcatgut	2 cm	-	3/0
		3.Dexon	2 cm	1,5	-
Nr. 5: Kleinpferdstute 20 Jahre Gewicht 302 kg	Laparotomie in der rechten Flanke ca. 17 cm	1.Peritoneum	11 E.	4	-
		2.M.obliq.abd.int.	10 E.	4	-
		3.M.obliq.abd.ext.	9 E.	4	-
		4.Fasz./M.subcut.	10 E.	4	-
		5.Haut	9 E.	4,5	-
Nr. 6: Traberwallach 7 Jahre Gewicht 430 kg	Laparotomie in der rechten Flanke ca. 20 cm	1.Peritoneum	14 E.	4	-
		2.M.obliq.abd.int.	10 E.	4	-
		3.M.obliq.abd.ext.	9 E.	4	-
		4.Faszie	8 E.	4	-
		5.Haut	9 E.	4,5	-
Nr. 7: Norwegerstute 20 Jahre Gewicht 333 kg	Laparotomie in der rechten Flanke ca. 15 cm	1.Peritoneum	11 E.	4	-
		2.M.obliq.abd.int.	10 E.	4	-
		3.M.obliq.abd.ext.	8 E.	4	-
		4.Fasz./M.subcut.	9 E.	4	-
		5.Haut	8 E.	4,5	-
	3 mal Darminzision	1.Dexon	2 cm	3,5	-
		2.Chromcatgut	2 cm	-	3/0
		3.Dexon	2 cm	1,5	-

Fortsetzung der Tabelle 4

Nr. 8: Ponywallach 20 Jahre Gewicht 209 kg	Laparotomie in der rechten Flanke ca. 20 cm	1.Peritoneum	9 E.	4	-
		2.M.obliq.abd.int.	10 E.	4	-
		3.M.obliq.abd.ext.	9 E.	4	-
		4.Fasz./M.subcut.	9 E.	4	-
		5.Haut	8 E.	4,5	-
	1 mal Darminzision	1.Dexon	2 cm	1,5	-
Nr. 9: Kleinpferd-wallach 18 Jahre Gewicht 458 kg	Laparotomie in der rechten Flanke ca. 17 cm	1.Peritoneum	9 E.	4	-
		2.M.obliq.abd.int.	9 E.	4	-
		3.M.obliq.abd.ext.	8 E.	4	-
		4.Fasz./M.subcut.	9 E.	4	-
		5.Haut	7 E.	4,5	-
	3 mal Darminzision	1.Dexon	3 cm	3,5	-
		2.Chromcatgut	2 cm	-	3/0
		3.Dexon	2 cm	1,5	-
Nr. 10: Fjordpferd-wallach 20 Jahre Gewicht 366 kg	Laparotomie in der rechten Flanke ca. 18 cm	1.Peritoneum	10 E.	4	-
		2.M.obliq.abd.int.	9 E.	4	-
		3.M.obliq.abd.ext.	8 E.	4	-
		4.Fasz./M.subcut.	9 E.	4	-
		5.Haut	8 E.	4,5	-
	3 mal Darminzision	1.Dexon	2 cm	3,5	-
		2.Chromcatgut	2 cm	-	3/0
		3.Dexon	2 cm	1,5	-
Nr. 11: Norwegerstute 13 Jahre Gewicht 369 kg	Laparotomie in der rechten Flanke ca. 18 cm	1.Peritoneum	10 E.	4	-
		2.M.obliq.abd.int.	10 E.	4	-
		3.M.obliq.abd.ext.	8 E.	4	-
		4.Fasz./M.subcut.	7 E	4	-
		5.Haut	8 E.	4,5	-
	3 mal Darminzision	1.Dexon	2 cm	3,5	-
		2.Chromcatgut	2 cm	-	3/0
		3.Dexon	2 cm	1,5	-

Fortsetzung der Tabelle 4

Nr. 12:	Ponywallach 7 Jahre Gewicht 155 kg	Laparotomie in der rechten Flanke ca. 15 cm	1.Peritoneum 2.M.obliq.abd.int. 3.M.obliq.abd.ext. 4.Fasz./M.subcut. 5.Haut	9 E. 7 E. 7 E. 8 E. 7 E.	4 4 4 4 4,5	- - - - -
		3 mal Darminzision	1.Dexon 2.Chromcatgut 3.Dexon	2 cm 2 cm 2 cm	3,5 - 1,5	- 3/0 -

Tabelle 5

Versuchspferd Nr.	Dauer der Fadenmaterial-einlagerung in Tagen	Histologisch untersuchte Gewebeschichten						
		Haut	Hautm.	Faszie	Musk.	Perit.	Darm D*	Darm C*
1	2	+	+	+	+			
4	5	+	+	+	+	+	+	+
5	7	+	+	+	+	+		
6	10	+	+	+	+	+		
7	14	+	+	+	+	+	+	+
2	17	+	+	+	+	+		
8	21	+	+	+	+	+	+	
3	25	+	+	+	+			
9	28	+	+	+	+	+	+	+
5	35	+	+	+	+			
10	43	+	+	+	+	+	+	+
7	45	+	+	+	+	+		
3	55	+	+	+	+			
11	64	+	+	+	+	+	+	+
12	110	+	+	+	+	+	+	+

*D = Dexon^{R}
C = Chromcatgut

3.3.2. Probeentnahme und Anfertigung der histologischen Präparate

Nach den in der Tabelle 5 aufgeführten Zeitpunkten von 2-110 Tagen wurden die Pferde geschlachtet oder am Ende studentischer Übungen durch eine Überdosierung von Fluothane^{R} getötet.
Unmittelbar nach der Tötung erfolgte die Sektion der Tiere und die makroskopische Beurteilung der genähten Gewebe. Anschließend wurden die betroffenen Gewebestücke in toto exzidiert, auf Korkplatten fixiert und in 10 %ige Formaldehydlösung gelegt.
Im übrigen wurden die histologischen Präparate und Färbungen nach der unter 3.2.3. beschriebenen Methode hergestellt.
Insgesamt wurden 185 histologische Präparate angefertigt und ausgewertet.

3.3.3. Klinischer Wundheilungsverlauf

Bei 10 Pferden zeigte sich in der postoperativen Phase keine Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens. Der Appetit war gut, der Kotabsatz stets geballt.
Die rektal gemessene Körpertemperatur erhöhte sich bei den Versuchspferden Nr. 4 und Nr. 7 24 Stunden p.o. bis auf 39,5°C, sank jedoch innerhalb der nächsten 2 Tage auf die Ausgangswerte zurück.
Bei dem Versuchspferd Nr. 8, einem 20jährigen Pony, entstand postoperativ ein Schockzustand. Die peripheren Körperteile wie Ohren und Beine wurden kalt, die Schleimhäute zyanotisch, der Puls weich, schwach und nur noch undeutlich fühlbar. Anfangs war er erhöht, später unregelmäßig. Durch medikamentelle Gaben von Effortil^{R}, Cardiazol^{R}, Strophantin^{R} und zusätzlichen Elektrolytinfusionen konnte dieser Zustand 12 Stunden später soweit behoben werden, daß der Patient aufstand. Nach 2 Tagen war der Gesundheitszustand wieder zufriedenstellend.
Bei dem Versuchspferd Nr. 9 sahen wir 6 Stunden nach der Operation geringe Kolikerscheinungen, die nach einer einmaligen Coecolysin^{R}-Gabe wieder abklangen.
Einen unterschiedlichen Wundheilungsverlauf ergaben die Haut-Muskelnähte an der Schulter.

Während die Wundnähte beim 1. und 2. Versuchspferd ohne Komplikationen heilten und beim 3. Pferd nur minimale Schwellungen wahrgenommen werden konnten, traten beim Versuchstier Nr. 5 und Nr. 7 massive Wundinfektionen auf. In diesen Fällen kam es zu einer starken Schwellung des Wundbereiches. Eine Punktion ermöglichte den Abfluß von ca. 30-50 ml einer trüben, gelblichen Flüssigkeit, in der durch die bakteriologische Untersuchung ß-hämolysierende Streptokokken nachgewiesen wurden. In beiden Fällen mußten die unteren Fäden gelöst werden, um so den weiteren Abfluß des eitrigen Sekretes zu ermöglichen. Es folgte eine gering verzögerte Heilung. Nach 6 Tagen zeigte sich der Wundbereich derb und hart, ohne Fluktuation und nicht mehr schmerzhaft.

Im Wundheilungsverlauf der Laparotomiewunden entstanden in der Regel p.o. geringe bis mittelgradige Schwellungen im Nahtbereich. Sie traten 4-6 Tage nach der Operation auf und bildeten sich bis zum 15. Tag zurück. Bei dem Versuchspferd Nr. 8 entstand 6 Tage p.o. eine so starke Schwellung mit Hyperthermie und vermehrter Schmerzhaftigkeit im Bereich der Naht, daß eine Punktion vorgenommen wurde. Ca. 30-40 ml eines rötlichen, klaren Sekretes entleerten sich aus der Operationswunde, die danach ungestört abheilte.
Entzündliche Rötungen um den Stichkanal der Hautfäden konnten in der pigmentierten Haut der Pferde nicht wahrgenommen werden.

Ein vorzeitiges Lösen der Hautfäden wurde in keinem Falle beobachtet. In den beiden Fällen, die mit einer Streptokokkeninfektion einhergingen, öffnete sich die Fadenschlaufe nach 31-33 bzw. 27-32 Tagen, im Falle der Serombildung wurde das Pferd 21 Tage p.o. getötet, so daß zu diesem Zeitpunkt noch alle Fäden fest in der Haut saßen. In den übrigen Hautnähten lösten sich die Fäden nach 26-35 Tagen.

3.3.4. Pathologische-anatomische Befunde

In der Subkutis sah man 2 und 5 Tage nach der Operation in der Umgebung des Fadens eine gallertige Beschaffenheit des Gewebes und einzelne, blutig infiltrierte Bezirke. Das Muskelgewebe enthielt derbe Verdichtungen. 5 Tage p.o. hatte sich

zwischen zwei Muskellagen ein mittelgradiges ca. faustgroßes Serom ausgebildet.
Im Peritoneum lagen 7 Tage p.o. knotige Fadenelemente in einem sulzig-durchtränkten, geringblutig infiltriertem Gewebe. Auffällig war die starke Rötung der Darmwand, die sich über die ganze Länge des Nahtbereiches erstreckte und fast um das ganze Darmrohr herumzog. Die mittlere Catgutnaht wies Verklebungen mit dem Netz auf, beim Dexon^{R} sah man diese Erscheinungen nicht. Bei diesen Nähten war ein rötliches, entzündliches Gewebe vorherrschend. Eine ca. faustgroße, gut begrenzte Wundsekrethöhle wurde zwischen dem M. subcutaneus und dem M. obliquus abdominis externus nach 10 Tagen p.o. sichtbar.
28 Tage p.o. zeigten sich in der Haut ein derbes, teilweise knotiges Narbengewebe und geringfügige blutige Infiltrate. Auf der Anschnittsfläche der Muskulatur konnten zu diesem Zeitpunkt hellere und dunklere Muskelfasern und Muskelgewebsnekrosen in Form gelblicher Bezirke beobachtet werden. Gleichzeitig fanden sich im Peritoneum und im Darm diffus verstreut liegende, petechiale Blutungen in der Umgebung der Naht und im übrigen ein festes Narbengewebe mit wenigen knotigen Verdichtungen. In dem mit Dexon^{R} genähten Darmabschnitt lagen einzelne, querverlaufende, gelbe, derbe Stränge vor. Beide, Catgut-und Dexonnähte, wiesen Adhäsionen auf.
Nach 43 und 45 Tagen p.o. war die Hautnaht verstrichen, die Fäden nicht mehr nachweisbar. In der Muskulatur wurden vereinzelt noch feste Bezirke aufgefunden. Im Peritoneum überzog ein schmales, eingezogenes Narbengewebe den Nahtbereich. Die Darmabschnitte, die mit Catgut und mit 3,5 EP I Dexonfäden genäht wurden, zeigten Narbenstränge und Verwachsungen. Letztere ragten beim Catgut weit über den Nahtbereich hinaus, während sie beim Dexon^{R} auf die schmale Nahtregion beschränkt waren. Der mit 1,5 EP I Dexonfäden genähte Teil der Darmwand wies keine Adhäsionen und nur winzige Narbenstränge auf.
Die Gewebeveränderungen beschränkten sich nach 64 Tagen p.o. auf ein dichtes, festes Narbengewebe, das beim Catgut gleichmäßig den Nahtbereich überzog und beim Dexon^{R} weiße, längliche Stippchen enthielt.
Nach 110 Tagen p.o. wurden in der Haut nur noch minimale Narbenspuren in Form einzelner, knotiger Verdichtungen von ca.

stecknadelkopf- bis erbsengroßem Umfang sichtbar. Die Muskulatur wies zu diesem Zeitpunkt noch vereinzelt bräunlich gefärbte Bezirke auf. Peritoneum und Darmwand waren von einem weißen Narbengewebe bedeckt, das an der Catgutnahtstelle als breit ausstrahlendes Bindegewebe sichtbar wurde. Die Dexonnähte ließen eine schmale, regelmäßig angeordnete bindegewebige Zubildung erkennen, die flacher und weniger erhaben war als beim Catgut und winzige Knötchen enthielt.

3.3.5. Pathologisch-histologische Befunde

I. DEXON^{R}

Im allgemeinen Wundverhalten lassen sich die drei bekannten Phasen im Wundheilungsverlauf unterscheiden. Aufgrund starker, exsudativer Entzündungsprozesse ist die Exsudationsphase beim Pferd verlängert und reicht bis zum 8. Tag p.o.. Andere geringgradige abweichende Verhaltungsweisen der Wunde und des Fadens in den verschiedenen Gewebearten werden in den jeweiligen Befundbeschreibungen gesondert aufgeführt.

Die exsudative Durchtränkung des Wundgebietes überwiegt nach 2, 5 und 7 Tagen p.o. in allen Geweben. Zusätzlich bestehen Infiltrationen mit Erythrozyten und polymorphkernigen Leukozyten und zum Teil leukozytäre Einschmelzungsherde. Die quergestreifte Muskulatur enthält großflächige Bezirke mit Nekrobiosen und Nekrosen der Muskulatur.
In dieses Gewebe sind glasig-wässrige, durchsichtige, doppellichtbrechende Fadenfilamente eingelagert. Sie füllen die Stichkanäle vollständig aus. Eingestreut zwischen den Filamenten lagern Granulozyten, Makrophagen und Zelltrümmer. Die angeschnittenen Dexonfragmente sind rund oder länglich geformt und enthalten kleine Bruchlinien.
Der Stichkanal wird in den meisten Fällen von einem breiten Granulozytensaum umgeben, der in einem Muskelpräparat nur die Hälfte des Stichkanales einschließt, während bei der anderen Hälfte eine deutliche Abgrenzung fehlt.
Nach 7 Tagen p.o. haben sich auch Histiozyten, Fibroblasten, einzelne Fremdkörperriesenzellen und viele eosinophile Granulozyten um den Stichkanal eingefunden.

10 und 14 Tage nach der Operation ist es in der Haut und Muskulatur zu einer weitausstrahlenden Granulationsgewebsbildung gekommen. Darin finden sich einzelne Granulozytenherde. Die Muskulatur enthält zusätzlich leukozytäre Einschmelzungsherde und diffus verstreut eine erhebliche Anzahl eosinophiler Granulozyten, die auch in der Darmserosa zu erkennen sind.
Die glasklaren Fadenfilamente zeigen in allen Präparaten vielgestaltige Formen, sie entsprechen ungefähr den nach einer Woche gemachten Beobachtungen.
In allen Geweben besteht die Stichkanaldemarkation aus in 1-2 schichtigen Zellagen angeordneten Histiozyten, Fibroblasten, Fremdkörperriesenzellen und mehr oder weniger starken Granulozyteninfiltrationen.

21 Tage p.o. ist die Hautwunde epithelisiert. Die Subkutis, quergestreifte Muskulatur und alle Schichten der Darmwand sind im Bereich der Wundsetzung durch Granulationsgewebe ausgefüllt.
Die Fadenfragmente nehmen in einzelnen Fällen von diesem Zeitpunkt ab in den mit Hämatoxylin-Eosin gefärbten Präparaten einen rötlichen oder hellvioletten Farbton an. Im Muskelgewebe sieht man neben glasklaren auch sehr dunkelviolette Fadenreste. Sie sind teils einzeln, teils zusammengelagert in zellreiches Granulationsgewebe eingebettet.
Der Stichkanal wird in vielen Fällen von einem umfassenden Granulozytenwall umsäumt. In der Darmserosa liegen die verschieden angefärbten Fadenfilamente zusammengedrängt in einem von dichten Granulozyteninfiltrationen umgebenen Stichkanal. Daneben können auch einzeln in das Granulationsgewebe eingelagerte Fadenfragmente beobachtet werden. Diese Fragmente besitzen in den meisten Fällen eine dunkelviolette Anfärbung.

Nach 25 Tagen p.o. erkennt man auch weiterhin noch glasklare Dexonfragmente in einem weitausstrahlenden Granulationsgewebe. Sie kommen meist in Form dichtzusammengelagerter Fadenfilamente vor und sind durchsetzt von einzelnen Fremdkörperriesenzellen, Granulozyten und Histiozyten.

Da nach 28 Tagen p.o. in den einzelnen Gewebearten zum Teil

recht unterschiedliche und voneinander abweichende Erscheinungsbilder auftreten, werden die Beobachtungen an den jeweiligen Gewebearten getrennt aufgeführt.
In der Haut wird der Heilungsprozeß durch eine Epithelisierung und eine Granulationsgewebsbildung in der Subkutis angedeutet. Vielfach liegen in der Fadennähe starke Granulozytenansammlungen. Die Fäden zeigen keine oder dunkelviolette Anfärbung. Alle Fadenfilamente sind dicht durchsetzt und einzeln umgeben von einem lockeren Granulationsgewebe, das viele Fremdkörperriesenzellen und einige Plasmazellen enthält. Zum Teil können auch stärkere leukozytäre Stichkanaldemarkationen mit vielen eosinophilen Granulozyten beobachtet werden.
In der Muskulatur bestehen zu diesem Zeitpunkt deutliche Muskelfasernekrobiosen. Die quergestreiften Muskelzellfasern sind von lockerem Granulationsgewebe durchsetzt. Zwischen Muskelfasern und Bindegewebe liegt ein Fadengranulom. Es besteht innen aus den einzelnen zusammengelagerten Fadenfilamenten und ist minimal durchsetzt mit einigen Granulozyten, Lymphozyten und Monozyten. Der mittlere Saum wird von Granulationsgewebszellen wie Histiozyten, Fibroblasten und Fibrozyten gebildet. Nach außen hin folgt eine dichte Infiltration dieses Gewebes mit eosinophilen Granulozyten und Lymphozyten.
Im Peritoneum ist eine Granulationsgewebszubildung vorhanden und darin eingelagert finden sich dunkelviolette, im Gewebe weit verteilte Fadenreste. Ihre Querschnitte zeigen meist eine runde oder ovale Form und in sich parallel verlaufende Bruchlinien. Abbauerscheinungen können nur am Rande der Filamente beobachtet werden. In den meisten Präparaten werden die Fadenfragmente direkt von Makrophagen umringt.
In der Darmwand kommt das unterschiedliche Verhalten der verschiedenen Fadenstärken und ihr Einfluß auf das Wundverhalten recht gut zum Ausdruck. Es werden bei den Dexonfäden der Stärke 3,5 EP 1 auffällige Granulationsgewebszubildungen in der Serosa beobachtet, sie strahlen bis in die Muskularis der Darmwand aus. Die Fadenreste sind teils heller, teils dunkler violett angefärbt und in sich oft schollig zerfallen. Der Durchmesser der Filamente stellt sich in unterschiedlichen Größen dar. Häufig werden die einzelnen Fadenfragmente direkt von Fremdkörperriesenzellen umringt, dabei können in vielen Fällen Trennungslinien zwischen dem Zytoplasma der

Riesenzelle und dem Fadenrest nicht erkannt werden.
Der breite Stichkanal ist von dichtem Granulationsgewebe ausgefüllt und enthält viele Histiozyten, Fibroblasten, Fremdkörperriesenzellen und weniger Lymphozyten und Granulozyten. Eine deutliche Demarkation des Stichkanales fehlt.
Bei den Dexonfadenstärken von 1,5 EP I beschränkt sich die Granulationsgewebszone auf die Serosaschicht, in der ein zellreiches, länglich ovales Feld mit ca. 15-20 violetten Fadenfilamenten eingebettet ist. Diese Fadenreste weisen deutliche Abbau- und Auflösungserscheinungen auf und werden in den meisten Fällen von Riesenzellen umgeben. Große Fremdkörperriesenzellen mit ca. 10-15 Kernen, die die ungefähre Größe eines Fadenfilamentes besitzen, können stattgefundene Resorptionsprozesse andeuten. Im ganzen ist die Reaktionzone schmaler und kleiner, als sie unter den Fadenstärken von 3,5 EP I beschrieben wurde.

35 Tage p.o. nimmt das Ausmaß der Granulationsgewebsbildung ab. In der Subkutis und Muskulatur liegen kleinere, weniger auffällig erscheinende Bezirke mit Zellinfiltraten aus Fremdkörperriesenzellen, Histiozyten, einzelnen Fibroblasten und Lymphozyten vor. Das Granulationsgewebe erscheint zellärmer und faserreicher und enthält einzelne, violette Filamente, die runde und ovale Formen aufweisen. Umgeben werden sie von Fremdkörperriesenzellen, deren Zelleib oft mit dem Fadenrest verschmilzt.
Noch immer können an einzelnen Stellen, besonders in der Subkutis und Muskulatur, geringe Granulozyteninfiltrationen beobachtet werden.

Nach 45 Tagen p.o. überwiegt das Narbengewebe. In ihm sind verstreut einzelne Fadenfilamente eingelagert, die von zellreichem Gewebe umgeben werden. Es treten vermehrt Kapillarsprossen auf.
Die überwiegende Zahl der Fadenfragmente besitzt eine hell- oder dunkelviolette Tönung, einzelne sind bläulich gefärbt. Die Fadenreste weisen in einigen Fällen Bruchlinien auf und werden von Fremdkörperriesenzellen umlagert. Im Darm erstreckt sich das Narbengewebe in den mit 3,5 EP I Fadenstärken genähten Abschnitten von der Serosa über die Muskularis

bis in die Submukosa, im anderen Falle nur bis in die Muskularis der Darmwand.
Der Stichkanal wird von zellreichem Granulationsgewebe und ca. 20-40 violetten Fadenfilamenten ausgefüllt. Abgrenzungen oder Demarkationszonen gegen das umliegende Gewebe fehlen.

Nach 64 Tagen p.o. liegt in der Haut und Muskulatur ein dichtes, faserreiches und zellarmes Narbengewebe vor. Es enthält eingestreut einige länglich ovale auseinandergezogene Felder mit ca. 50-70 Fadenfilamenten, kleine Lymphozytenansammlungen und kleine Gruppen Hämosiderin enthaltender Makrophagen. Zusätzlich sieht man viele Fremdkörperriesenzellen, kettenartig aneinandergereihte Fibrozyten, Histiozyten und vereinzelt Lymphozyten.
Die Fadenfragmente sind wiederum von unterschiedlich intensiver violetter Farbe, meist rund oder oval, oft im Durchmesser unterschiedlich groß und zum Teil sehr viel kleiner als die benachbarten Filamente.
Eine Demarkation des Stichkanales fehlt, er ist ausgefüllt von Granulationgewebe und eingelagerten Fadenfilamenten. In der Umgebung treten ein dichtes Bindegewebe und vermehrt Kapillarsprossung auf.
Im Darm können wieder unterschiedliche Gewebereaktionen auf die verschiedenen Fadenstärken beobachtet werden. Während die mit der Dexonfadenstärke 3,5 EP I genähte Darmwand umfangreiche, stärker fibrozytär durchsetzte Zubildungen von kollagenem Bindegewebe erkennen läßt, die in die Serosa und Muskularis ausstrahlen, verursachen die 1,5 EP I Fadenstärken nur eine geringe, zellarme Narbengewebsbildung. In beiden Fällen werden länglich auseinandergezogene Felder mit violett angefärbten Fadenfilamente und den verschiedenen Granulationsgewebszellen beobachtet.

110 Tage p.o. liegen in einem dichten Narbengewebe, das das ursprüngliche Wundgebiet ausfüllt, kleine, verstreut eingelagerte Zellhäufchen. Sie enthalten einzelne nur noch im Polarisationsmikroskop deutlich wahrnehmbare winzige Fadenreste. Diese Felder setzen sich aus Fremdkörperriesenzellen, Histiozyten, Fibrozyten, einzelnen Fibroblasten und einigen eosinophilen Granulozyten und Lymphozyten zusammen. In ihrer Um-

gebung liegen vermehrt Kapillarsprossungen.
Zahlreiche, winzige Fadenbruchstücke können nur noch in der Subkutis angetroffen werden. Sie bilden ein länglich ovales Feld und sind in eine dichte Zellansammlung eingelagert. Die Fadenreste erscheinen zum Teil bläulich wässrig, zum Teil violett angefärbt. Sie besitzen runde, ovale oder bizarre Formen und werden meistens von Fremdkörperriesenzellen umlagert. Der Durchmesser der einzelnen Filamente ist auf etwa ein Viertel bis ein Achtel der ursprünglichen Größe geschrumpft.
Im Peritoneum und in der Darmwand kommen kleine Abszesse mit zentralen Detritusmassen vor, sie werden von einem dichten Bindegewebsmantel umgeben, dem von außen zahlreiche eosinophile Granulozyten angelagert sind.
Im Darm können keine Fadenreste mehr ermittelt werden. In diesem Präparat liegen nur noch kleine Zellhäufchen im dichten Narbengewebe vor. Sie können stattgefundene Resorptionsprozesse andeuten.

II. CHROMCATGUT

Beim Pferd können 5 und 14 Tage p.o. keine deutlichen Unterschiede im Reaktionsverhalten der Gewebe auf die beiden Nahtmaterialien beobachtet werden. Chromcatgut und Dexonfäden werden zunächst von Zellen der Exsudationsphase, später von solchen der Proliferationsphase umgeben.
Nach 28 Tagen p.o. ist beim Catgut in der Serosaschicht der Darmwand eine stärkere Granulationsgewebszubildung als beim Dexon^{R} vorhanden, sie enthält viele Fibrozyten und Kapillarsprossen. Darin eingebettet und umgeben von vielen Lymphozyten, Histiozyten, Fibroblasten, eosinophilen Granulozyten und mehreren Plasmazellen, seltener Fremdkörperriesenzellen, liegen homogene im Hämatoxylin-Eosin-Präparat rot angefärbte, kollagenartige Catgutreste. Sie sind am Rande aufgefasert und von einstrahlenden Zellinfiltraten durchsetzt, an diesen Stellen scheinen Resorptionsprozesse stattzufinden.
43 Tage p.o. ähneln sich die histologischen Bilder der Dexon- und der Catgutfäden. In beiden Fällen werden vermehrte Zubildungen kollagenen Narbengewebes mit Zellinfiltraten aus Histiozyten, Fibrozyten, Lymphozyten beobachtet. Fremdkörper-

riesenzellen treten beim Catgut seltener auf als beim Dexon^{R}. Die Catgutreste werden weiterhin als rötliche Strukturen sichtbar und sind von zahlreichen Lymphozyten umgeben.
Nach 64 Tagen p.o. liegt in der Serosa ein gering in die Muskularis einstrahlendes Narbengewebe vor, das kleine Zellfelder enthält. Die Felder setzen sich aus Histiozyten, Lymphozyten, Fibrozyten, einzelnen pigmentierten Makrophagen und vielen Kapillarsprossen zusammen.
Catgutreste werden in diesen Präparaten nicht mehr nachgewiesen.
Auch nach 110 Tagen lassen sich keine Catgutanteile mehr nachweisen. Das Narbengewebe, das umfangreicher ausgebildet ist als bei den entsprechenden Dexon-Präparaten und die ganze Muskularis durchzieht, zeigt gleichmäßige Faseranordnungen und einen erheblichen Fibrozytenreichtum.
Hämosiderin enthaltende Makrophagenansammlungen liegen ebenfalls vor.

3.4. Ergebnisse beim Hund und Pferd

3.4.1. Handhabung des Dexon^{R} im Vergleich zum Chromcatgut

Der Dexonfaden ist im Gegensatz zum Catgut weicher, geschmeidiger, trocken und leicht zu handhaben, er fasert nicht auf. Der Chromcatgutfaden dagegen besitzt eine starre, weniger geschmeidige und ein wenig glitschige Beschaffenheit, er ist unbiegsamer und zeigt bei entsprechenden Fadenstärken größere Querschnittsflächen. Während des Einziehens in den Stichkanal beobachtet man Gewebezerrungen und zusätzliche Traumata, die beim Dexonfaden nicht auftreten. Dafür kann man beim Dexon^{R} beim Anziehen der Fäden oder beim Knotenlegen ein leichtes Einschneiden aufgrund der dünneren Fadenstärken in den weichen Gewebeschichten der Organwände beobachten.
Instrumentell läßt sich der Dexonfaden tadellos knüpfen, die Knoten sitzen fest, ein späteres Lösen wird nicht beobachtet. In zwei Fällen riß der Chromcatgutfaden während des Knüpfvorganges, was sich beim Dexonfaden nicht ereignete.

3.4.2. Gewebereaktionen auf Dexon^{R}

Zusammenfassend können bei beiden Tierarten starke Ähnlichkeiten im Verhalten des Wundgebietes und des Fadens sowie in der Zellreaktion um den Stichkanal festgestellt werden.

Die anfänglichen Reaktionen werden sowohl beim Hund als auch beim Pferd überwiegend durch Zellen der akuten Entzündungsphase geprägt.
Schon 2 Tage p.o. liegen Granulozyteninfiltrationen um den Stichkanal vor, die zwischen dem 7.-11. Tag ihren Höhepunkt erreichen und dann rückläufig sind.
Nach 3-5, zum Teil auch erst nach 7 Tagen beginnt eine massive Granulationsgewebsbildung in der Umgebung des Fadens.
Das Granulationsgewebe besteht hauptsächlich aus Histiozyten und Fibroblasten sowie einzelnen Fremdkörperriesenzellen und Lymphozyten. Das Reaktionsgeschehen erreicht nach 10-12 Tagen ein Maximum.
Während dieser Zeit geschieht im Inneren des Stichkanales nur wenig. Die Fadenfilamente werden von verschiedenen Zellen der Proliferationsphase durchsetzt und liegen sonst unverändert in Form glasklarer, durchsichtiger und doppellichtbrechender Fragmente, mehr oder weniger dicht zusammengefügt, im Stichkanal.
Beim Hund beobachtet man nach 11, beim Pferd nach 21 Tagen eine vom Rande her beginnende Einsprossung zellreichen Granulationsgewebes in den Stichkanal.
Zunächst werden dadurch peripher gelegene Fadenfilamente auseinandergedrängt und einzeln von Makrophagen und Fremdkörperriesenzellen umgeben.
Gleichzeitig erkennt man in den mit Hämatoxylin-Eosin gefärbten Präparaten eine Farbänderung der Filamente. Statt des wässrig, klaren Aussehens zeigen sie hellere oder dunklere violette Tönungen.
Die Einsprossung des Granulationsgewebes setzt sich allmählich fort, bis bei Hunden nach 27-33 Tagen, bei Pferden hauptsächlich nach 35 Tagen p.o. eine vollständige Ausfüllung des Stichkanales mit zellreichem Granulationsgewebe, ein Auseinanderdrängen der Filamente und eine Umlagerung jedes einzelnen Fadenfragmentes erreicht ist.

Das Zellgeschehen, das sich ursprünglich peripher um den Faden herum abgespielt hat, ist zu diesem Zeitpunkt ins Innere des Fadens hinein verlagert worden.
In der Stichkanalperipherie beobachtet man kaum noch Zellinfiltrate. In dieser Zone ist, wie auch im übrigen Wundgebiet, eine fortschreitende Narbengewebsbildung mit einer Verringerung der Zellzahlen und einer Zunahme der kollagenen Fasern zu verzeichnen.
Während nun im übrigen Wundgebiet die Narbenbildung vollzogen wird, geht im Inneren des Stichkanales ein Abbau der Fadenfilamente vor sich. Diese Abbauerscheinungen werden durch Anlagerungen verschiedener Zellarten, insbesondere aber durch Fremdkörperriesenzellen angedeutet. Diese Zellen umlagern die Fadenfilamente oft vollständig, wobei eine deutliche Grenze zwischen Fadenrest und Zelle nicht mehr sichtbar wird.
Im weiteren Verlauf verringert sich die "Stichkanal-Reaktionszone" allmählich. Der Durchmesser der Fadenfilamente schrumpft und ihre Gesamtzahl nimmt ab. Statt der Dexonfilamente trifft man häufig mehrkernige Riesenzellen in der Größe eines Fadenfragmentes an. Das Zytoplasma dieser Zellen ist auffällig dunkelbasophil angefärbt.
Beim Hund können nach 90 Tagen, beim Pferd nach 110 Tagen p.o. nur noch minimale Zellfelder mit winzigen Fadenbruchstücken nachgewiesen werden. Das Wundgebiet ist zu diesem Zeitpunkt von einem festen, gleichmäßig ausgebildeten Narbengewebe überzogen.
Die Resorption des Dexon^{R} soll in folgendem Schema wiedergegeben werden. Sie wird dabei in vier Phasen unterteilt.

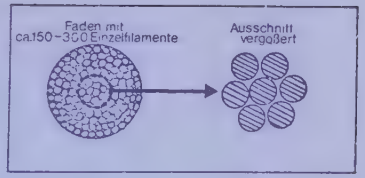
Phase A: Unmittelbar p.o. beginnt eine Zellinfiltration von polymorphkernigen Granulozyten um den Stichkanal. Sie ist nach 2 Tagen p.o. mehr oder weniger stark ausgeprägt. Einzelne Zellinfiltrate können zwischen den Fadenfilamenten erkannt werden.

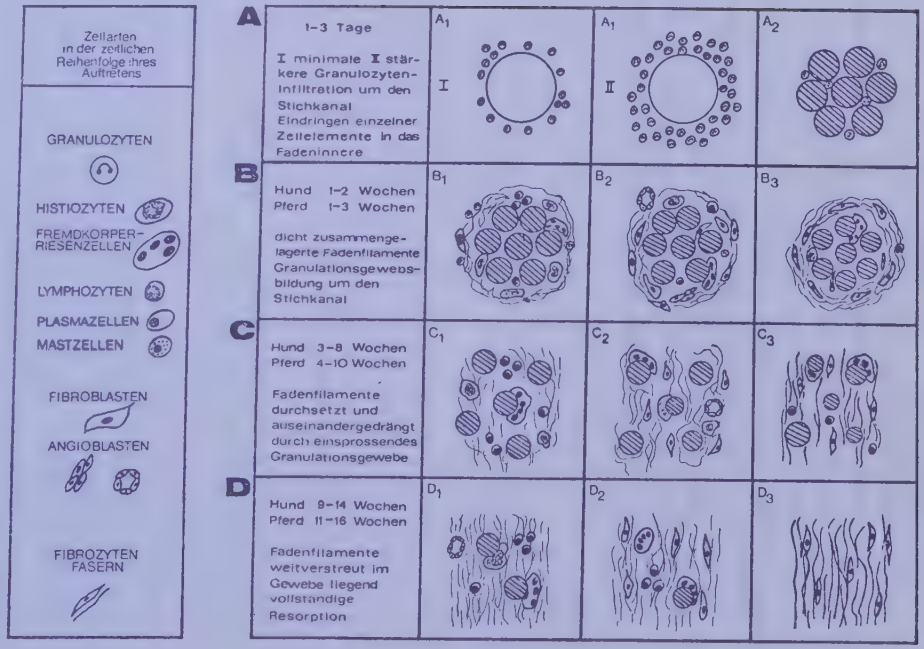
Phase B: Beim Hund nach 5 Tagen p.o., beim Pferd nach 7 Tagen kommt es zur Granulationsgewebsausbildung um den Stichkanal, der zu diesem Zeitpunkt ausgefüllt ist mit dichten, zusammengelagerten Fadenfilamenten. Gelegentlich findet man die jeweils vorherrschenden Granulationsgewebszellen auch zwischen den Dexon-

fragmenten. Dieses Bild überwiegt in allen Geweben beim Hund bis zum Ende der zweiten Woche, beim Pferd bis zur dritten Woche.

Phase C: Beim Hund nach 14 Tagen, beim Pferd nach 21 Tagen beginnt eine Granulationsgewebseinsprossung vom Rande des Stichkanales her in das Fadeninnere. Die Fadenfilamente werden auseinandergedrängt und von Granulationsgewebszellen und vielen Fremdkörperriesenzellen umgeben. Die Resorptionsprozesse finden nun innerhalb des bindegewebig eingeschlossenen Fadenstichkanales statt.

Phase D: Beim Hund werden nach 13, beim Pferd nach 16 Wochen nur noch Restfilamente mit wenigen Granulationsgewebszellen und Lymphozyten erkennbar. Es kommt in dieser Zeit zur allmählichen Resorption und zur Bildung eines faserreichen, kollagenen Narbengewebes.


Faden mit ca.150–300 Einzelfilamente
Ausschnitt vergrößert


Zellarten in der zeitlichen Reihenfolge ihres Auftretens
GRANULOZYTEN
HISTIOZYTEN
FREMDKÖRPER-RIESENZELLEN
LYMPHOZYTEN
PLASMAZELLEN
MASTZELLEN
FIBROBLASTEN
ANGIOBLASTEN
FIBROZYTEN FASERN
A
1–3 Tage
I minimale II stärkere Granulozyten-Infiltration um den Stichkanal
Eindringen einzelner Zellelemente in das Fadeninnere
A1
I
A1
II
A2
B
Hund 1–2 Wochen
Pferd 1–3 Wochen
dicht zusammengelagerte Fadenfilamente
Granulationsgewebsbildung um den Stichkanal
B1
B2
B3
C
Hund 3–8 Wochen
Pferd 4–10 Wochen
Fadenfilamente durchsetzt und auseinandergedrängt durch einsprossendes Granulationsgewebe
C1
C2
C3
D
Hund 9–14 Wochen
Pferd 11–16 Wochen
Fadenfilamente weitverstreut im Gewebe liegend
vollständige Resorption
D1
D2
D3

3.4.3. Reaktionen auf Chromcatgut und ein Vergleich zum Dexon^{R}

Chromcatgut ruft unter Berücksichtigung entsprechender Fadenstärken bei beiden Tierarten dem Dexon^{R} ähnliche Gewebereaktionen hervor, es wird jedoch beim Pferd schneller resorbiert als beim Hund.
In den ersten 14 Tagen p.o. bestehen zwischen beiden Nahtmaterialien kaum Unterschiede. Während Dexon^{R} in Form einzelner Filamente sichtbar ist, zeigte sich das Catgut im Hämatoxylin-Eosin-Präparat als rot gefärbte, homogene und kollagenartige Struktur, die ähnlich wie die Dexonfäden von Entzündungs- und Granulationsgewebszellen umlagert wird.
Später, nach etwa 3 Wochen p.o., werden stärkere Zellinfiltrate um den Catgutfaden, insbesondere mehr Lymphozyten, vereinzelt mehr Plasmazellen und weniger Fremdkörperriesenzellen als beim Dexonmaterial beobachtet.
Im Gegensatz zum Dexon^{R} dringen die Zellen nicht bis in das Innere des Catgutfadens vor, sondern lagern sich hauptsächlich peripher an den Faden an. Hin und wieder können einzelne quer durch die Fadenstruktur ziehende Zellstränge beobachtet werden, der Faden ist jedoch auch in diesen Fällen in zwei größeren, zusammenhängenden Reststücken zu erkennen. Der Resorptionsprozeß findet an der Peripherie des Catgutfadens statt.
6 Wochen p.o. sind in den Präparaten bei beiden Tierarten noch größere Mengen Catgut- und Dexonmaterial vorhanden. Während jedoch die Gewebereaktionen beim Dexon^{R} zu diesem Zeitpunkt auf die Stichkanalzone beschränkt bleibt und in der Umgebung des Fadens bereits ein festes Narbengewebe ausgebildet wird, findet man beim Catgut in der Peripherie noch zahlreiche Resorptionszellen in Form von Makrophagen, Histiozyten, Fibrozyten, Plasmazellen und Lymphozyten. Das in der Umgebung des Catgutfadens gebildete Narbengewebe weist besonders beim Hund eine große Zahl von Fibrozytenzellen und einen irregulären Verlauf der neugebildeten Fasern auf.
Nach 64 Tagen p.o. sieht man in der Darmwand des Pferdes nur noch ein dichtes Narbengewebe und einzelne dunkle Zellhäufchen. Catgutreste werden zu diesem Zeitpunkt nicht mehr nachgewiesen, während Dexonfilamente in den entsprechenden Präpa-

raten noch deutlich vorhanden sind.
Obwohl für Catgut und Dexon^{R} entsprechende Fadenstärken verwendet wurden, können beim Hund 90 Tage p.o. noch größere Mengen homogen angefärbter, kollagenartiger Catgutreste wiedergefunden werden. Die Dexonfäden sind zum selben Zeitpunkt nur noch als 3-4 winzige Restbruchstücke in einem kleinen Zellfeld nachweisbar. Demnach erfolgt die Resorption des Catguts in diesem Falle langsamer als die des Dexon^{R}. Beim Pferd werden auch 110 Tage p.o. keine Reste der eingelagerten Chromcatgutfäden mehr aufgefunden. Im Wundgebiet hat sich ein festes, breites Narbengewebe ausgebildet.

Abb. 1

Aus der Haut eines Pferdes nach 27 Tagen herausgelöster Faden, an den Fadenschlaufen werden Resorptionserscheinungen deutlich sichtbar
1 1/2 fach vergrößert

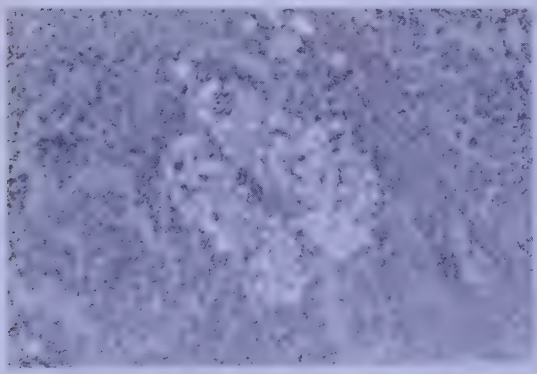


Abb. 2

Hund/Magenwand
5 Tage p.o.
Im polarisierten Licht deutlich hervortretender Dexonfaden, umgeben von Granulationsgewebe
100 fach vergrößert
Hämatoxylin-Eosin
(polarisiert)

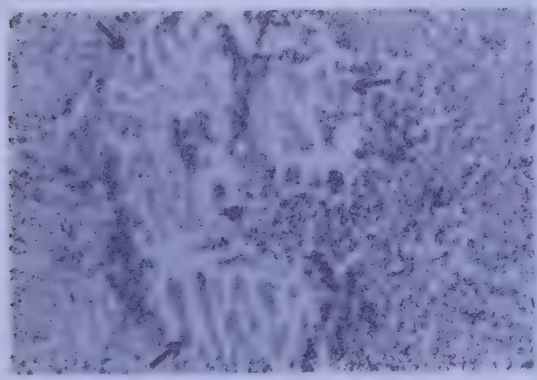


Abb. 3

Hund/Magenwand
5 Tage p.o.
Chromcatgutfaden von Granulationsgewebe umgeben
100 fach vergrößert
Hämatoxylin-Eosin

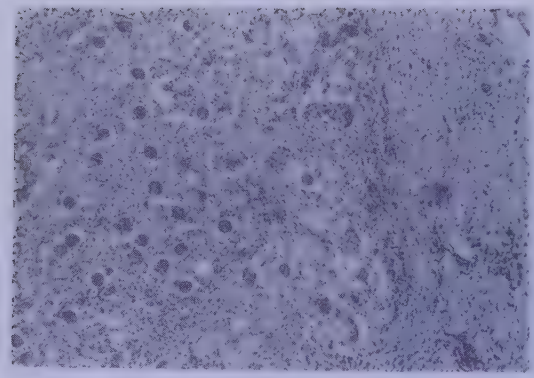


Abb. 4
Pferd/Peritoneum
28 Tage p.o.
Der Stichkanal wird von Granulationsgewebe ausgefüllt, die Fadenfilamente auseinandergedrängt
100 fach vergrößert
Hämatoxylin-Eosin
(polarisiert)

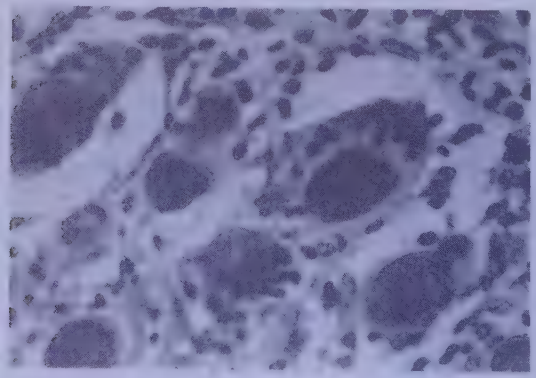


Abb. 5
Ausschnitt aus Abb.4
Die Fadenfilamente werden von vielkernigen Riesenzellen umlagert und zeigen Zerfallerscheinungen
250 fach vergrößert
Hämatoxylin-Eosin
(polarisiert)

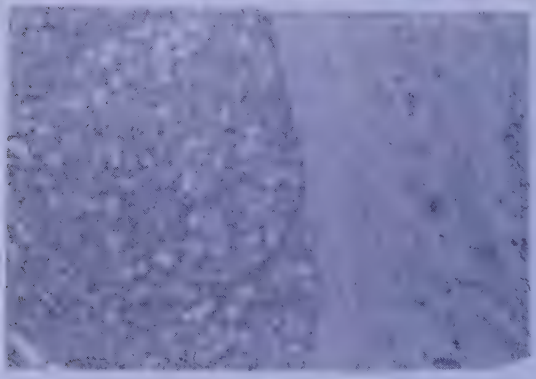


Abb. 6
Hund/Muskulatur
48 Tage p.o.
Das Zellgeschehen findet im Inneren des Stichkanales statt. In der Peripherie kommt es zur Ausbildung eines zellarmen Narbengewebes
100 fach vergrößert
Hämatoxylin-Eosin
(polarisiert)

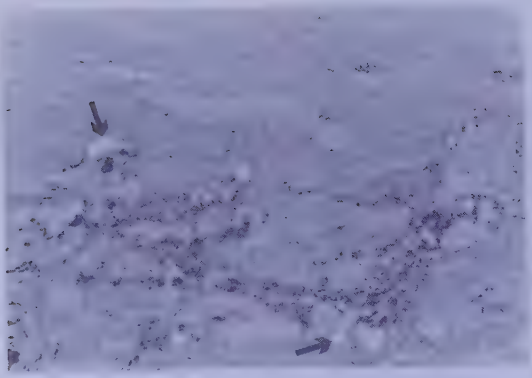


Abb. 7
Hund/Magenwand
90 Tage p.o.
Narbengewebe mit kleinen zellreicheren Bezirken und darin eingelagerten Dexonfadenresten
100 fach vergrößert
Hämotoxylin-Eosin
(polarisiert)

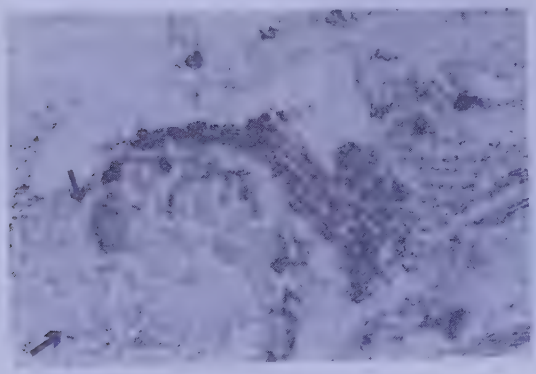


Abb. 8
Hund/Magenwand
90 Tage p.o.
Größere Chromcatgutfadenreste in zellreichem Narbengewebe
100 fach vergrößert
Hämatoxylin-Eosin

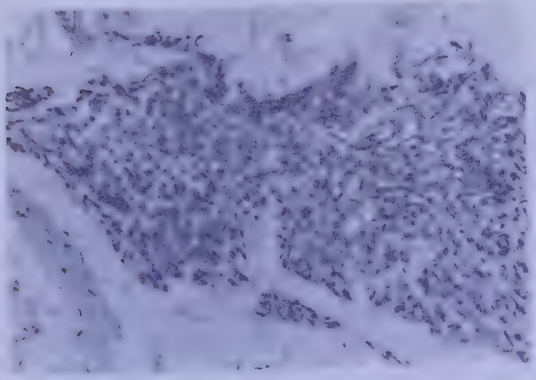


Abb. 9
Pferd/Subkutis
110 Tage p.o.
Zellansammlung mit zahlreichen, winzigen Dexonfadenresten (doppellichtbrechend)
250 fach vergrößert
Hämatoxylin-Eosin
(polarisiert)

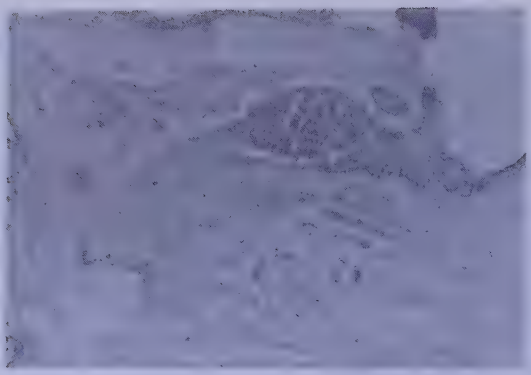


Abb. 10
Hund/Blasenwand
5 Tage p.o.
Ausbildung eines
zum Dexonfaden
hinabziehenden
Fistelganges
40 fach vergrößert
Hämatoxylin-Eosin
(polarisiert)

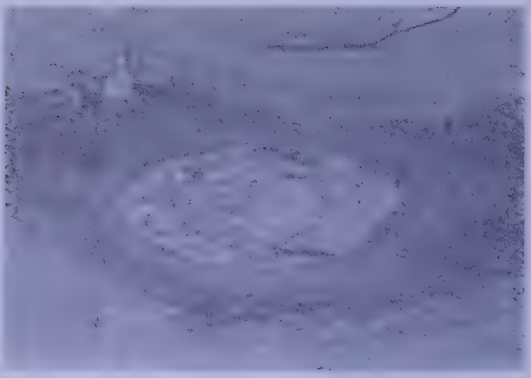


Abb. 11
Pferd/Muskulatur
29 Tage p.o.
Fadengranulom
40 fach vergrößert
Hämytoxylin-Eosin
(polarisiert)

4. DISKUSSION

In den vorliegenden Untersuchungen wurde Dexon^{R} und in der Hälfte der Fälle vergleichend Chromcatgut in verschiedene Gewebeschichten von Hund und Pferd implantiert.
Die Abbauvorgänge der Fadenmaterialien und die durch sie hervorgerufenen Gewebereaktionen wurden während der Wundheilungsphase und nach unterschiedlichen Zeiten der Materialeinlagerung postmortal an Hand makroskopischer und histologischer Untersuchungsbefunde festgestellt.
Größe und Umfang der Gewebereaktionen und der Verlauf der Wundheilung werden neben anderen Faktoren wie dem Alter des Patienten, hormonellen und vegetativen Einflüssen oder medikamentellen Behandlungen, in ganz entscheidendem Maße durch die Art des chirurgischen Eingriffes, die Operationstechnik und das damit gesetzte Gewebetrauma bestimmt (BLOCK 1959, NOCKEMANN 1968).
Um größtmögliche Ähnlichkeiten mit den unter normalen Praxisverhältnissen durchgeführten Materialeinlagerungen in verschiedene Gewebearten zu erhalten, hielt ich mich im einzelnen an häufige, in der tierärztlichen Praxis vorgenommene Operationsgänge.
Auf diese Weise konnten nicht nur die Gewebereaktionen auf das Nahtmaterial selbst und die stattfindenden Abbauprozesse, sondern auch der Einfluß der Nahtmittel auf die Wundheilungsvorgänge beobachtet werden.

Im klinischen Verlauf der Wundheilung ergaben sich keine Störungen des Allgemeinbefindens, Wunddehiszenzen oder andere Veränderungen der Naht, die auf einen nachteiligen Einfluß des Dexonmaterials auf die Heilungsvorgänge schließen lassen.
Bei zwei Pferden kam es zu lokalen Wundinfektionen mit ß-hämolysierenden Streptokokken.
Streptokokken sind ubiquitär vorkommende Keime, die während des Operationsvorganges oder später in die Wunde eingedrungen sein könnten (MILNE 1972).
In einem anderen Falle bildete sich ein Serom. Es entstand im Heilungsverlauf einer Laparotomiewunde. Serome treten des öfteren beim Pferde p.o. auf. Durch die speziellen anatomi-

schen Verhältnisse werden ausgedehnte Muskelverletzungen gesetzt, die in großem Umfange den Austritt von Blut und Gewebeflüssigkeit zur Folge haben. Diese Sekrete können sich dann zwischen den einzelnen Muskellagen ansammeln und so die Entstehung der Serome bewirken (MILNE 1972). Somit muß diese Erscheinung auf das operative Trauma zurückgeführt werden und kann nicht dem Nahtmaterial angelastet werden.

Die in situ belassenen Hautnähte lösten sich im allgemeinen bei Hunden nach 23-35 Tagen, beim Pferd nach 26-35 Tagen. Diese Werte stimmen mit denen anderer Autoren überein. So beobachtete BORTHWICK (1973) beim Hund ein Lösen nach 20-60 Tagen, NEUMANN-KLEINPAUL (1973) beim Pferd nach 25-38 Tagen. Entzündungserscheinungen in der Haut wurden nur in den ersten 7 Tagen p.o. in Form minimaler Rötungen um den Stichkanal sichtbar. Danach wurden die Fäden, ohne makroskopische Veränderungen hervorzurufen, im Hautgewebe toleriert.
Einige Tiere entfernten sich die Fäden vorzeitig durch Benagen und Belecken, was auch von HARRISON (1973) und BORTHWICK (1973) beschrieben wird. Bei anderen Nahtmaterialien können jedoch ähnliche Beobachtungen gemacht werden, so daß kein spezieller durch Dexonfäden ausgelöster Reiz vorzuliegen scheint.

Die makroskopischen Sektionsbefunde zeigten keine erheblichen Unterschiede im Wundheilungsverlauf zwischen Dexon^{R} und Chromcatgut. Auffällig waren lediglich winzige Stränge und Knoten in den Darm- und Peritoneumnähten, die bei den Dexonfäden recht charakteristisch aus dem Narbengewebe herausragten. In diesen Erhebungen ließen sich Fadenreste nachweisen.

Um die biologischen Eigenschaften eines Nahtmaterials und damit seine Anwendung in der Chirurgie beurteilen zu können, müssen histologisch folgende Kriterien berücksichtigt werden (MADSEN 1953):

1. Grad der Exsudation, Faserbildung und Vernarbung des Wundgebietes
2. Gewebereaktionen um den Stichkanal
3. Resorptionsgrad des Fadenmaterials nach unterschiedlichen Zeiten der Implantation im Gewebe.

zu 1):

Ein Nahtmaterial ruft Fremdkörperabwehrreaktionen im Organismus hervor, die je nach Art des Fadenmaterials zu einer Abweichung des normalen Wundheilungsgeschehens führen, die Exsudationsphase verlängern und die Faserbildung verzögern. Gerade aber der Grad der Exsudation, die Faserbildung und Vernarbung des Wundgebietes sind ganz entscheidende Faktoren für den Wundheilungsverlauf und damit für die Wiedererlangung der Festigkeit und Haltekraft des Gewebes. Es ist also sehr wichtig ein Nahtmaterial zu verwenden, das nur in geringstmöglichen Ausmaßen Fremdkörperreaktionen im Gewebe hervorruft und den normalen Verlauf der Wundheilung nur minimal beeinträchtigt (MADSEN 1953).

Die Exsudationsphase ist beim Hund weniger stark ausgeprägt als beim Pferd und dauert bis zum 5. Tag p.o..Das Pferd zeigt im allgemeinen einen stärker exsudativen Charakter in seinem Wundverhalten, die Exsudationsphase reicht bis zum 7. Tag p.o.. Zusätzlich treten beim Pferd sehr früh eosinophile Granulozyten auf. Sie sind während der ganzen Wundheilungsphase vorhanden und werden artspezifisch bei entzündlichen Prozessen der Pferde auch von anderen Autoren beschrieben (COHRS und KÖHLER 1971).
Beim Hund beginnt bereits nach 14 und 17 Tagen p.o. eine Ausreifung des Granulationsgewebes mit geordneten Fibrozytenketten. Beim Pferd wird dieses Stadium auf Grund der länger andauernden Exsudationsphase erst nach 21 Tagen erreicht. Danach bildet sich bei beiden Tierarten ein dichtes, allmählich an Zellreichtum abnehmendes Narbengewebe um den Stichkanal, in dessen Inneren die weiteren Fadenresorptionsprozesse ablaufen. Irritationen oder verzögerte Faserbildungen werden bis auf die eng umgrenzten Stichkanalreaktionszonen nicht mehr beobachtet.
Im Gegensatz zum Dexon^{R} können in den mit Chromcatgut genähten Geweben beim Pferd nach 43, beim Hund nach 48 Tagen p.o. stärkere, in die Umgebung des Fadens ausstrahlende Resorptionsvorgänge festgestellt werden. Da der Fadenabbau nicht wie beim Dexon^{R} im Inneren des Stichkanales vollzogen wird, sondern an der Peripherie des Chromcatguts stattfindet, ist die Gewebeirritationszone größer und damit die Faserbil-

dung verzögert. Die Folge ist die Ausbildung eines fibrozytenreicheren Narbengewebes, das besonders beim Hund nach 48 und 90 Tagen einen irregulären Verlauf der neugebildeten Fasern aufweist und auch beim Pferd nach 110 Tagen ein breiteres und fibrozytenreicheres Narbengewebe als bei den entsprechenden Dexonfadenstärken erkennen läßt.
Demzufolge ruft Dexon^{R} in geringerem Umfange Irritationen und Störungen im Ablauf der Narbengewebsbildung hervor als Chromcatgut gleicher Fadenstärken.

zu 2):

Ein Kriterium für die Art der durch das Fadenmaterial induzierten Gewebereaktionen und zellulären Abbauvorgänge sind die unmittelbar um das Nahtmaterial stattfindenden Prozesse.

In den ersten Tagen beobachtet man bei beiden Tierarten mehr oder weniger stark auftretende Leukozyteninfiltrationen um den Stichkanal und die Ausbildung eines zellreichen Granulationsgewebes. Diese Erscheinungsbilder treten bei beiden Nahtmaterialien gleichermaßen ausgeprägt auf und müssen nach MADSEN (1953) mehr dem operativen Trauma als dem Fadenmaterial zugerechnet werden. Erst die später auftretenden Veränderungen werden dem Nahtmittel angelastet (MADSEN 1953, POSTLETHWAIT 1959).
Beim Dexon^{R} ist in allen Gewebearten nur eine recht schmale Reaktionszone vorhanden. Sie besteht zunächst aus einem Granulationsgewebssaum und Leukozyteneinlagerungen. Beim Hund beginnt nach 11-14 Tagen, beim Pferd nach 21 Tagen eine zungenförmige Einsprossung von Granulationsgewebe in das Innere des Stichkanales, der beim Hund nach 27-33 Tagen, beim Pferd nach 35 Tagen vollständig von diesem Gewebe ausgefüllt wird. In seiner Umgebung kommt es zur Ausbildung eines festen, zellarmen, faserreichen Narbengewebes.
Die die Dexonfilamente umlagernden Zellelemente sind hauptsächlich histiozytärer Art. Im wesentlichen bestehen sie aus zahlreichen Fremdkörperriesenzellen, weniger Histiozyten, Fibroblasten und Fibrozyten, einzelnen Lymphozyten und selten auch aus Plasmazellen.
Die Fremdkörperriesenzellen besitzen in vielen Fällen 10-15

Kerne und sind direkt an die Dexonfilamente angelagert. Ein Einfluß dieser Zellen auf die Dexonresorption ist durchaus denkbar.
Die Chromcatgutresorption findet an der Peripherie des Fadens statt. Auch bei diesem Nahtmaterial haben sich hauptsächlich histiozytäre Zellelemente an den Faden angelagert. Es werden viele Histiozyten und Fibrozyten, vermehrt Plasmazellen und Lymphozyten und im Gegensatz zum Dexon^{R} nur wenige Fremdkörperriesenzellen beobachtet.
Diese beim Dexon^{R} erhobenen Befunde bestätigen im wesentlichen die Beobachtungen von BERGMAN, BORGSTRÖM und HOLMLUND (1971) und NEUMANN-KLEINPAUL (1973). POSTLETHWAIT (1970) und ECHEVERRIA mit JIMENEZ (1970) dagegen sahen bereits in den ersten zwei Wochen nach der Dexonimplantation stärkere Lymphozyten- und einzelne Plasmazellansammlungen.
Die stärkeren um Catgut auftretenden Zellreaktionen wurden auch von KATZ und TURNER (1970), EILERT (1971), HERRMANN, KELLY und HIGGINS (1970) und BERGMAN, BORGSTRÖM und HOLMLUND (1971) beschrieben. Die Autoren verwendeten bei ihren Untersuchungen entweder Chromcatgut- oder Plaincatgutmaterial.

zu 3):

Die direkt am Nahtmaterial stattfindenden Veränderungen geben Aufschluß über den Fadenabbau und die Resorptionszeiten.

In den ersten Tagen nach der Implantation verhalten sich bei beiden Tierarten die Dexonfäden unverändert. Erst mit Beginn der Granulationsgewebseinsprossung in den Stichkanal und dem Auseinanderweichen der Fadenfilamente ändert sich die Beschaffenheit der Filamente in den mit Hämatoxylin-Eosin gefärbten Präparaten. Die zunächst klar-durchsichtigen Fadenreste nehmen einen rötlichen, bläulichen oder violetten Farbton an.
Ähnliche Farbabweichungen werden auch von KATZ und TURNER (1970) beim Kaninchen beschrieben; sie sahen nach 50 Tagen p.o. einen Farbwechsel der hellen Filamente ins Blaugraue. POSTLETHWAIT beobachtete bei der gleichen Tierart nach 28 Tagen Implantation eine Farbänderung ins Rosarote und auch NEUMANN-KLEINPAUL (1973) erkannte beim Pferd nach 34 Tagen

p.o. homogen bläuliche und nach 70 Tagen rötlich gefärbte Fadenfragmente. Letztere Art von Farbumschlägen konnte in den vorliegenden Untersuchungen nicht ermittelt werden. Stattdessen können unabhängig von der Gewebeart und von der Resorptionszeit beim Hund nach 11-14, beim Pferd ab 21 Tagen p.o. bläuliche und rötliche neben violetten Dexonfragmente gefunden werden. Mit diesem Farbwechsel zusammenfallend ergibt sich eine allmähliche Abnahme in der Durchmessergröße der einzelnen Fadenfilamente und damit der Beginn des deutlichen Fadenabbaues, der in erster Linie durch die genannten histiozytären Zellen erfolgt, wobei in vielen Fällen eine Abgrenzung zwischen Zytoplasma der Riesenzellen und der Dexonfilamente nicht mehr möglich war.
NEUMANN-KLEINPAUL (1973) vermutet, daß die unterschiedliche Anfärbbarkeit des Dexonfadens ein Ausdruck für die Aktivität der einzelnen Zelltypen beim Fadenabbau und damit für das Resorptionsgeschehen ist.
Da die Farbänderung zusammenfällt mit dem Einsprossen von Granulationsgewebe in das Innere der Dexonfäden und mit dem Auftreten der oben genannten Resorptionsvorgänge, kann diese Vermutung bestätigt werden. Wie die chemischen Abbauprozesse im einzelnen erfolgen, müßte in weiteren biochemischen Untersuchungen abgeklärt werden.
Auffallend ist, daß in allen Gewebearten zu gleichen Zeiten sehr ähnliche Abbauerscheinungen sichtbar werden, die auch zwischen den beiden Tierarten nicht merklich voneinander abweichen. Lediglich in einem einzelnen Präparat der Darmwand des Pferdes liegen nach 28 Tagen p.o. dicht zusammengelagerte, farblose Filamente neben einzelnen ins Granulationsgewebe eingebetteten violetten Fadenresten. In diesem Falle muß die Lage des Fadens berücksichtigt werden und die Tatsache, ob es sich um ein freies oder geknotetes Ende gehandelt hat. Nach Beobachtungen MADSENs werden bei geknoteten Fäden innen liegende Flächen weniger schnell resorbiert, da diese Fadenteile dem Gewebe keine direkte Angriffsfläche bieten.
Die Feststellung MADSENs (1953), daß der Fadenabbau unabhängig von der Gewebeart erfolgt, wurde bei den untersuchten Geweben bestätigt. BLOCK (1959) dagegen sah unterschiedliche Reaktionen in den einzelnen Gewebearten. So fand er in der Haut und der Magen-, Darm- und Vaginalschleimhaut höhere Gewebeaktivitäten als z.B. im Muskel- und Fettgewebe.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die Resorption des Dexon^{R} durch gleichmäßig auftretende und vorhersehbare Reaktionsprozesse erfolgt. LEHNHARDT (1973) bezeichnet diese Eigenschaft des Dexon^{R} als "definierte Absorption".
Die Resorption ist nach vorliegenden Untersuchungen beim Hund nach ca. 90 Tagen, beim Pferd nach ca. 110 Tagen bis auf kleine, restliche Reaktionsfelder fast vollständig abgeschlosssen. Im Gegensatz hierzu können beim Chromcatgut unterschiedliche Resorptionszeiten beobachtet werden, obwohl dieselben Fadenstärken und entsprechende Gewebearten untersucht worden sind. So ist beim Pferd bereits nach 64 Tagen p.o. ein Nachweis von Catgutresten nicht mehr möglich, während beim Hund noch größere Mengen dieses Materials nach 90 Tagen p.o. wiedergefunden werden. Ähnliche, unterschiedlich schnell ablaufende Resorptionsprozesse beschreiben KATZ und TURNER (1970) bei medium chromic catgut im Gewebe von Kaninchen. Sie beobachteten beim Catgutfaden insgesamt kürzere Resorptionszeiten als beim Dexon^{R}, was später von EILERT (1971) bestätigt wurde.
BERGMAN, BORGSTRÖM und HOLMLUND (1971) dagegen kamen zu konträren Ergebnissen, sie ermittelten kürzere Reaktionszeiten beim Dexon^{R}, während der Abbau des Catguts langsamer und recht unterschiedlich verlief.

Insgesamt können dem Dexon^{R} in vieler Hinsicht sehr gute biologische Eigenschaften zuerkannt werden.
Allerdings treten in einigen Fällen Abweichungen von dem normalen Gewebeverhalten auf, die einer genaueren detaillierten Abklärung bedürfen.

Beim Hund können nach insgesamt 11 Cystotomien, von denen 2 mit Chromcatgut und 9 mit Dexon^{R} genäht wurden, in zwei Fällen bei Dexonnähten Veränderungen im Blasenepithel beobachtet werden.
Diese bestehen aus einem in die Tiefe ziehenden Epithelstrang 5 Tage p.o. und 14 Tage p.o. Epithelzellnestern mit einzelnen darin eingelagerten Fadenfilamenten.
In beiden Fällen müssen wir die Ausbildung eines zum Faden hinabziehenden Fistelganges annehmen. Es ist vorstellbar, daß das Verhalten des Blasenepithels dem von SMITH und WALLACE mit MAXWELL und CAVALARIS (1970) beschriebenen Reak-

tionen des Mundschleimhautepithels gleichgesetzt werden kann, bei dem WALLACE (1970) eine Tendenz, entlang der Dexonfäden Fistelgänge auszubilden, erkannte. Die nach 14 Tagen p.o. beobachteten Epithelzellinseln um einzelne Fadenfilamente können durch unterschiedliche Schnittebenen zustandegekommen sein.

In der Muskulatur eines Pferdes liegt 28 Tage p.o. ein Fadengranulom um einen Dexonfaden vor. Ähnliche Fadengranulome treten immer wieder bei den verschiedensten Nahtmaterialien auf. So beobachteten GASKIN und CHILDERS (1963) diese Erscheinungen bei der Verwendung von Catgut, SCHIRMER (1952) bei Seide und MOHR (1967) bei Kunststoffäden. Es ist also nicht ungewöhnlich, daß auch beim Dexon^{R} in einzelnen Fällen Fadengranulome entstehen können. Granulome treten häufig auf, wenn starke Fremdkörperreize durch das Nahtmaterial gesetzt werden. Wir haben für die Muskulatur recht dicke Fadenstärken verwendet, die nach Beschreibungen vieler Autoren und auch nach eigenen Feststellungen in größerem Umfange Gewebeirritationen hervorrufen als entsprechende Fäden kleinerer Stärken. Eine weitere Vorbedingung für den reaktionslosen Ein- und Abbau von Nahtmaterial ist nach MITTERAUER (1964) eine einwandfreie Durchblutung des Wundgebietes. In der Muskulatur konnten immer wieder große Zonen von Muskelzelldegenerationen und dadurch auch Durchblutungsstörungen beobachtet werden, die vermutlich auf das operative Trauma und eine zu feste Knüpftechnik zurückgeführt werden können. Auch diese Tatsache kann ebenfalls zur Bildung des Fadengranuloms beigetragen haben.
Im Inneren des Fadengranuloms liegen dicht zusammengelagerte, farblose Filamente ohne irgendwelche Anzeichen von Resorptionsvorgängen. Nach dem Gewebeverhalten ist eine bindegewebige Einkapselung des Fadens und dadurch die Verhinderung der Resorption anzunehmen.

Weitere vom normalen Gewebeverhalten abweichende Erscheinungen sind die nach 110 Tagen p.o. beim Pferd auftretenden Abszeßbildungen in der Darmwand. Sie können auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden. Einerseits wäre aufgrund der Operationstechnik eine Entstehung von Gewebenekrosen und

sterilen Abszessen denkbar, andererseits kann es zu Sekundärinfektionen und anschließenden Abszeßbildungen gekommen sein. Ein Zusammenhang mit der Beschaffenheit des Nahtmaterials ist wenig wahrscheinlich.

In den vorliegenden Untersuchungen wurden in erster Linie die biologischen Eigenschaften und insbesondere die durch Dexon^{R} hervorgerufenen Gewebereaktionen geprüft.
Inwieweit erfüllt nun Dexon^{R} auch in physikalischer Hinsicht die anfänglich aufgestellten Forderungen an ein ideales Nahtmaterial?
Im Verlaufe dieser Untersuchungen konnte festgestellt werden, daß Dexon^{R} ähnlich gut wie Seide zu handhaben ist und eine weiche und biegsame Beschaffenheit zeigt. Die Gleitfähigkeit durch die genähten Gewebe war ausgezeichnet. Die chirurgischen Knoten saßen fest und zuverlässig. Ein späteres Lösen wurde nicht beobachtet.
In Bezug auf die Handhabung muß Dexon^{R} dem Chromcatgut vorgezogen werden. Die weiteren Eigenschaften wie geringe Quellungstendenz, Elastizität und gute Knotenfestigkeit sind ebenfalls zufriedenstellend. Lediglich die Oberflächenbeschaffenheit bedingt eine Rauhheit und "Sägewirkung" des Fadens, der leichter in weicheres Gewebe einschneidet. Diese negativen Beobachtungen wurden auch von v. BARY, MARX und SCHAUDIG (1972), ANSCOMBE, HIRA und HUNT (1970) und von BORTHWICK (1973) angestellt.
Weitere physikalische Eigenschaften wie eine konstante Gleichmäßigkeit des Fadendurchmessers und gute Aufbewahrungsmöglichkeiten sind durch die Herstellungsart und die Verpackungsform nach den Angaben des Hersteller in ausreichender Form gewährleistet. Die Zug- und Knüpffestigkeit entspricht nach den Angaben von HERRMANN, KELLY und HIGGINS (1970) den Werten von Dacron und übertrifft die anderen resorbierbaren Nahtmaterialien.

Fraglich bleibt nur noch die Verwendungsmöglichkeit für verschiedene chirurgische Eingriffe und an unterschiedlichen Gewebearten. Da Dexon^{R} in allen Gewebearten geringere Gewebereaktionen hervorruft als Chromcatgut, muß es in vielen Fällen dem Catgut vorgezogen werden. Die Indikationsbereiche für Dexon^{R} sind nach vorliegenden Untersuchungen beim Hund die

Haut, Muskulatur, Fasziengewebe, Magen und Darm, beim Pferd Haut, Muskulatur, Fasziengewebe und die Darmwand. Die Anwendung in der Blasenwand sollte nur mit Vorbehalt geschehen, da in zwei Fällen eine Fistelbildung entlang der Stichkanäle beobachtet wurde. BORTHWICK (1973) sah zusätzlich beim Kaninchen die Tendenz zur Blasensteinkonkrementbildung an den ins Blasenlumen hineinragenden Fadenteilen. Aus dem Grund wären weitere Untersuchungen zur Abklärung dieser Beobachtungen notwendig.
Zusätzlich sollte nach LEHNHARDT (1973) in solchen Fällen, wo mit einer Wundfestigkeit nach etwa 2 Wochen nicht zu rechnen ist, also bei verzögerten Wundheilungen, die über die Dauer der Haltefestigkeit von Dexon^{R} hinausgehen, und wo längere mechanische Haltefunktionen verlangt werden, über die Anwendung von Dexon^{R} von Fall zu Fall entschieden werden.

Aufgrund vieler guter Eigenschaften, es vereint die Vorzüge der resorbierbaren Nahtmaterialien mit denen der synthetischen Fäden, stellt das Dexon^{R} zweifellos eine bedeutende Bereicherung der chirurgischen Nahtmaterialien dar. Ob es jedoch Catgut bei allen Nahtindikationen ersetzen kann, muß durch weitere Untersuchungen abgeklärt werden.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Für den Wundverschluß bei experimentell gesetzten Zusammenhangstrennungen verschiedener Gewebearten wurde bei 12 Hunden und 12 Pferden ein neues resorbierbares, synthetisches Nahtmaterial aus Polyglykolsäure (Dexon^{R}) verwendet. Zusätzlich wurde im Hinblick auf eine vergleichsweise Beurteilung auch Chromcatgut als Nahtmaterial eingesetzt.
Die Gewebeverträglichkeit des Dexon^{R} konnte anhand des klinisch wahrnehmbaren Wundheilungsverlaufes sowie durch pathologisch-anatomische und histologische Untersuchungen ermittelt werden. Beim Hund erfolgten die Untersuchungen zwischen 2 und 90 Tagen, beim Pferd zwischen 2 und 110 Tagen nach der Nahtmittelimplantation.
Nach den gewonnenen Befunden ruft Dexon^{R} geringere Gewebereaktionen hervor als Chromcatgut. Die Fadenresorption ist beim Hund nach ca. 90 Tagen, beim Pferd nach ca. 110 Tagen weitgehenst abgeschlossen.
Da sich beim Hund in zwei Fällen einer Blasennaht Fadenfisteln ausbildeten, kann aufgrund der in dieser Arbeit durchgeführten Wundnähte Dexon^{R} außer zur Blasennaht zur Gewebevereinigung von Haut, Muskulatur, Faszengewebe, Peritoneum, Magen- und Darmwand beim Hund und von Haut, Muskulatur, Faszengewebe, Peritoneum und Darmwand beim Pferd empfohlen werden.

Die Anwendung des neuen Nahtmaterials in weiteren Gewebearten (z.B. Sehnengewebe) und in anderen Körperabschnitten (z.B. Gelenkkapseln) sollte in ergänzenden Untersuchungen überprüft werden.

SUMMARY

The effect of a new, absorbable, synthetic suture material made from Polyglycolic Acid (Dexon^{R}), was studied in 12 operated dogs and 12 horses. In addition several operations were made with chromic catgut, to compare the tissue reaction towards both suture materials.
The compatibility of the tissue was observed and examined by clinical as well as histopathological methodes from 2 to 90 days in dogs and 2 to 110 days in horses.
As a result, the tissue reaction was much milder towards Dexon^{R} than towards chromic catgut. Dexon^{R} was absorbed in dogs in 90 days and in horses in 110 days.
Using Dexon^{R}, out of 9 cases of cystotomy in dogs, only in 2 fistulations was observed.
Dexon^{R} was successfully used in dogs'skin, muscles, fascia, peritoneum and gastrointestinal tract, in horses'skin, muscles, fascia, peritoneum and intestinal tract.
The use of Dexon^{R} in other sorts of tissue (e.g. tendinous tissue) and other organs (e.g. joint-capsule) should be examined in further studies.

6. LITERATURVERZEICHNIS

1. Anscombe, A.R., N. Hira u. B. Hunt: The use of a new absorbable suture material (Polyglykolic Acid) in general surgery. Brit.J.Surg. 57, 917-920 (1970)

2. Apt, L., F.D. Costenbader, M.M. Parks u. D.G. Albert: Catgut allergy in eye muscle surgery. Arch. Ophthal. 63, 30-35 (1960)

3. Bary, S.v., F.J. Marx u. A. Schaudig: Erste Erfahrungen mit einem neuen absorbierbaren synthetischen Nahtmaterial (Dexon^{R}). Chirurg 43, 271-274 (1972)

4. Bergman, F.O., S.H.J. Borgström u. D.E.W. Holmlund: Synthetic absorbable surgical suture material (PGA). Acta Chir. Scand. 137, 193-200 (1971)

5. Block, W. : Wundheilungsprobleme Springer-Verlag Berlin, Göttingen, Heidelberg (1959)

6. Block, W. : Zur Pathophysiologie der chirurgischen Naht. Klin. Med. (Wien) 18, 10-25 (1963)

7. B. Braun, Medizinisch-Pharmazeutische Werke Melsungen: Data chirugica Forschungsbereich: Wundversorgung-Wundverschluß

8. Borthwick, R.: Experiences in the clinical use of Polyglycolic acid as an absorbable synthetic suture material Vet. Rec. 92, 386-391 (1973)

9. Buren, N. de: Etude d'un nouveau matériel de suture synthétique résorbable (Dexon). Helv. chir. Acta 37, 616-617 (1970)

10. Cohrs, P., H. Köhler u.a. : Lehrbuch der allgemeinen Pathologie. 8. Auflage, Enke-Verlag, Stuttgart (1971)

11. Dardik, H., I. Dardik u. H. Laufmann: Clinical use of Polyglykolic Acid Polymer as a new absorbable synthetic suture. Amer. J. Surg. 121, 656-660 (1971)

12. Delpín, E.A.S., P.R. Millán, O.L. Rodríguez G.R. Schon u. F.L. Raffucci: The use of a new Polyglycolic Acid suture in general surgery
Bol. Asoc. Med. PR 62, 309-312 (1970)

13. Echeverría, E., J. Jimenez: Evaluation of an absorbable synthetic suture material.
Surg. Gynec. Obstet. 131, 1-14 (1970)

14. Eilert, J.B., P. Binder, P.W. McKinney, J.M. Beal u. J. Conn: Polyglycolic Acid synthetic absorbable sutures.
Amer. J. Surg. 121, 561-564 (1971)

15. Eilert, J.B.: Polyglycolic Acid synthetic absorbable sutures.
Mod. vet. Pract. 52, 59 (1971)

16. Frazza, E.J.: Discovery and development of PGA sutures.
Report of the proceedings of the symposium at the Royal College of Surgeons, June 1970, sponsored by Davis and Geck: Polyglycolic Acid Sutures
Edited by A.T. Mennie

17. Frazza, E.J., E.E. Schmitt: A new absorbable suture.
J. biomed. Mater. Res. Symposium 1, 43-58 (1971)

18. Gaskin, E.R., M.D. Childers: Increased granuloma formation from absorbable sutures.
J. Ass. Amer. med. 185, 212-213 (1963)

19. Harrison, V.A.: Zum Thema Borthwick: The clinical use of Polyglycolic Acid as an absorbable synthetic suture material.
Vet. Rec. 4/73, 461 (1973)

20. Herrmann, J.B.: Tensile strength and knot security of surgical suture materials.
Amer. Surg. 37, 209-217 (1971)

21. Herrmann, J.B., R.J. Kelly, G.A. Higgins: Polyglycolic Acid sutures.
Arch. Surg. 100, 485-490 (1970)

22. Katz, A.R., R.J. Turner: Evaluation of tensile and absorption properties of Polyglycolic Acid sutures. Surg. Gynec. Obstet. 131, 701-716 (1970)

23. Köhler, A.: Geschichte über unser Nahtmaterial. Dtsch. med. Wschr. 27, 236-239 (1901)

24. Kraissl, C.J., B.M. Kesten, J.G. Cimiotti: The relation of catgut sensitivity to wound healing. Surg. Gynec. Obstet. 66, 628-635 (1938)

25. Lehnhardt, F.J.: Dexon^{R} ein neues Fadenmaterial für die Veterinärchirurgie. Kleintier-Prax. 18, 161-172 (1973)

26. Lilly, G.E., J.L. Cutcher, J.C. Jones, J.H. Armstrong: Reaction of oral tissues to suture materials IV. Oral Surg. 33, 152-157 (1972)

27. Lira, O.B.: Uso de PGA (ácido polioglicólio suturas em chirurgia geral). Ohospital 75, 199-206 (1969)

28. Liu, M., E. Hennessy: Clinical study of a new absorbable suture material - Polyglycolic Acid. Med.J.Aust. 2, 873-874 (1970)

29. Madsen, E.T.: An experimental and clinical evaluation of surgical suture materials. Surg. Gynec. Obstet. 97, 73-80 und 439-444 (1953)

30. McCarthy, W.H.: A new synthetic absorbable suture material: A clinical trial of Polyglycolic Acid suture in general surgery. Aust.N.Z.J.Surg. 39, 422-424 (1970)

31. Milne, F.J.: Equine abdominal surgery- in retrospect. Equine Vet.J. 4, 175-181 (1972)

32. Mitterauer, Ch., K. Prenner: Die Gewebsdurchblutung bei chirurgischer Naht. Chirurg 35, 385-388 (1964)

33. Mohr, H.J.: Wundheilung und Wundheilungsstörungen.
Hippokrates 38, 125-130 (1967)

34. Morgan, M.N.: New synthetic absorbable suture material.
Brit. med. J. 2, 208 (1969)

35. Myllärniemi, H.: Clinical experiences with a new synthetic absorbable suture material.
Ann. Chir. Gynaec. Fenn. 60, 123-126 (1971)

36. Nockemann, P.F.: Die Bedeutung von Nahtmaterial und Nahttechnik für die normale und gestörte Wundheilung.
In: Wundheilung und Wundnaht. Symposium am 8. Januar in Bad Homburg v.d.H. veranstaltet von der Vereinigung der Deutschen Katgutindustrie e.V.
Urban und Schwarzenberg-Verlag München-Berlin-Wien
S. 64-77 (1967)

37. Nockemann, P.F.: Die chirurgische Naht.
Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart (1968)

38. Neumann-Kleinpaul,K.H.: Untersuchungen von Gewebereaktionen auf synthetisches resorbierbares Polyglykolsäure-Nahtmaterial (Dexon^{R}) beim Pferd.
Vet.med. Diss. Hannover 1972

39. Olerud, S.: Vascular reaction to P.G.A. suture material.
Lancet.I, 1060 (1970)

40. Postlethwait, R.W., J.F. Schauble, M.L. Dillon, J. Morgan: Wound healing.
II. An evaluation of surgical suture material
Surg. Gynec. Obstet. 108, 555-566 (1959)

41. Postlethwait, R.W.: Polyglycolic Acid surgical suture.
Arch. Surg. 101, 489-494 (1970)

42. Rosenberg, D., C. Frasatto, N.A. Brandalise, L.S. Leonardi: Emprégo de nóvo fio de sutura absorvivel, sintético (o ácido poligliólico em chirurgia, especialmente gastrointestinal.
Rev. paul. Med. 77, 19-22 (1971)

43. Roudolf, L.: Catgut als chirurgisches Nahtmaterial.
Zbl. Bakt. I. Abt. Ref. 171, 433-575 (1959)

44. Savolainen: zitiert nach Roudolf

45. Schirmer, E.: "Nylon" und das Nahtmaterialproblem in der Chirurgie.
Zbl. Chir. 77, 203-210 (1952)

46. Scholz, K.C., R.C. Lewis, R.O. Bateman: Clinical failure of Polyglycolic Acid surgical suture.
Surg. Gynec. Obstet. 135, 525-528 (1972)

47. Seifert, E.: Zur allergischen Unverträglichkeit von Katgut.
Zbl. Chir. 78, 94-101 (1953)

48. Smith zitiert nach Wallace

49. Takita, H.: Polyglycolic Acid suture in thoracic surgery.
N.Y.St.J.Med. 70, 2991-2991 (1970)

50. Tompkins, M.C., R.H. Lea: The use of Polyglycolic Acid sutures in obstretic and gynecology.
C.M.A. Journal 106, 675-676 (1972)

51. Wallace, W.R., G.R. Maxwell, C.J. Cavalaris: Comparison of Polyglycolic Acid suture to black silk in human oral tissues.
J. oral Surg. 28, 739-746 (1970)

52. Wilson, R.M.: Zum Thema Borthwick:
The clinical use of Polyglycolic Acid as an absorbable synthetic suture material.
Vet. Rec. 4/73, 461-462 (1973)

53. Zollinger, H.U.: Pathologische Anatomie Band I: Allgemeine Pathologie.
2. Auflage
Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart (1969)

Abschließend möchte ich Herrn Professor Dr. H.-J. Wintzer für die Überlassung des Themas sowie für seine jederzeit gern gewährte Hilfe herzlich danken.

In gleicher Weise gilt mein Dank Herrn Professor Dr. K. Dämmrich für seine wertvolle fachliche Unterstützung der Arbeit.

Besonderen Dank schulde ich Frau Dr. H. Blaurock für ihre stets gewährte Hilfe bei der Planung und praktischen Durchführung der Untersuchungen.

Gleichzeitig möchte ich nicht versäumen, den Mitarbeitern der Klinik für Pferdekrankheiten und des Institutes für Veterinär-Pathologie herzlich zu danken, die durch ihre freundliche Hilfsbereitschaft meine Arbeit unterstützt haben.

Lebenslauf

Am 1. August 1948 wurde ich, Kirsten Urdahl, als Tochter des Kaufmannes Peter H. Urdahl und der Ärztin Hanna Urdahl geb. Lass in Uetersen in Schleswig-Holstein geboren.
Die Volksschule besuchte ich in Hamburg-Wandsbek und Hamburg-Rissen, das Gymnasium in Hamburg-Blankenese. Dort bestand ich im Januar 1968 das Abitur.
Vom Sommersemester 1968 bis zum Sommersemester 1973 studierte ich an der Freien Universität Berlin Veterinärmedizin.
Die tierärztliche Vorprüfung bestand ich im April 1970 und die tierärztliche Prüfung im Juli 1973. Die Bestallung als Tierarzt erhielt ich am 7.9.1973.
Von April 1971 bis zum April 1973 war ich an der Klinik für Pferdekrankheiten und allgemeine Chirurgie der Freien Universität Berlin als studentischer Mitarbeiter tätig.